

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO VOLUMOSO EXCLUSIVO PARA
VACAS EM LACTAÇÃO

WANDEMBERG ROCHA FREITAS

Zootecnista

RECIFE - PE
FEVEREIRO – 2017

WANDEMBERG ROCHA FREITAS

**BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO VOLUMOSO
EXCLUSIVO PARA VACAS EM LACTAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Ceará e Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção e Nutrição Animal

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira - Orientador

Profa. Dra. Antônia Sherlânea Chaves Vêras - Coorientadora

Profa. Dra. Janaina de Lima Silva - Coorientadora

**RECIFE - PE
FEVEREIRO – 2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

F866b Freitas, Wandemberg Rocha
Bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo para vacas em lactação / Wandemberg Rocha Freitas. – 2017.
75 f. : il.

Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2017.
Inclui referências.

1. Ácidos graxos do leite 2. Alimento alternativo 3. Leite
4. Semiárido I. Ferreira, Marcelo de Andrade, orient. II. Título

CDD 636

WANDEMBERG ROCHA FREITAS

**BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO VOLUMOSO EXCLUSIVO PARA
VACAS EM LACTAÇÃO**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 23 de fevereiro de 2017.

Comissão Examinadora:

Profa. Dra. Stela Urbano Antas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Luciano Patto Novaes
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Profa. Dra. Safira Valença Bispo
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dra. Juana Catarina Cariri Chagas – PNPd/CAPES
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira
Universidade Federal Rural de Pernambuco

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

WANDEMBERG ROCHA FREITAS - Filho de Lenira Rocha Freitas e Melquisedeque de Barros Freitas, nasceu em Garanhuns - PE, no dia 08 de agosto de 1982. Iniciou a graduação em Zootecnia na Unidade Acadêmica de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco, em setembro de 2005, recebendo o título de Bacharel em Zootecnia em agosto de 2010. No mês de março de 2011, iniciou o mestrado acadêmico pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, área de concentração em Produção Animal, obtendo o título de Mestre em Zootecnia em fevereiro de 2013. Ainda em março do mesmo ano, iniciou as atividades no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, pela mesma universidade, área de concentração em produção e nutrição animal. Em fevereiro de 2017, submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

*“Antes de ser um bom profissional,
seja um excelente ser humano”*
(Autor desconhecido)

DEDICO

Aos meus pais, Lenira Rocha e Melquisedeque de Barros, por todo cuidado, dedicação e amor.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade de viver e capacidade de pensar com inteligência;

Aos meus pais, que sempre se esforçaram para que eu e meus irmãos estudássemos; À minha irmã Walkiria Rocha e meu cunhado Josué Melo, por torcerem e acreditarem em mim; Aos meus queridos sobrinhos: Caio Fillipe, Guilherme Emanuel e Sarah Rocha, que trazem alegria as nossas vidas;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, pela oportunidade;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pela concessão da bolsa de estudos;

Ao prof. Marcelo de Andrade, pela orientação, ensinamentos, confiança e amizade; À prof^a Antônia Sherlânea, pela coorientação, colaboração durante o exame de qualificação e por ser tão solícita sempre que a procurei; A profa. Janaína Lima, pela coorientação, amizade, auxílio e muita paciência; Aos profs. Airon Melo e Francisco Carvalho pelas considerações durante o exame de qualificação; Ao prof. Luciano Patto pela contribuição durante minha qualificação e por participar da banca de defesa de tese; À Prof^a Stela Antas pela amizade, auxílio e por aceitar o convite para participar da banca de defesa deste trabalho de tese. À prof^a Safira Valença e a Dr^a Juana Chagas, por participarem da banca de defesa deste trabalho de tese; A todos os professores da UFRPE que tive contato e me repassaram valiosos conhecimentos durante o curso;

À Marco Gama pelas sugestões para este trabalho e a toda equipe da Embrapa Gado de Leite pelo apoio e disponibilidade durante as análises no laboratório de cromatografia.

À família Pontes de Almeida: Sr. Luiz Artur, Sra. Genúria Almeida, José Artur, Gleidiana Amélia e Gledson Luiz, por terem sido tão receptivos e atenciosos e pela oportunidade de realização do experimento em sua propriedade. Aos funcionários da Fazenda Roçadinho que prontamente se dispuseram a nos ajudar, principalmente, ao meu braço direito, Marcolino Silva.

Aos amigos e parceiros da “Firma”: Michelle Siqueira, Leonardo Barros, Juliana de Paula, Adryanne Marjorie, Elayne Soares, Tobias Melo, Carol Cerqueira, Juliana Ferreira, Thamires Siqueira, Rafael de Paula, Maria Gabriela, Marina Almeida,

Randerson Cavalcante, Cléber Thiago, Jonas Gomes, João Gustavo e Ida Andrade, a caminhada foi muito mais suave e proveitosa com vocês.

Ao pessoal que me ajudou muito durante as coletas do experimento de campo: Felipe Douglas, Robson Santos, Marcos Antônio, Daniel Sousa, Jucelane Salvino, Kedes Pereira e a todos os amigos dos amigos que me ajudaram mesmo sem me conhecer. Serei sempre grato!

Aos amigos da Universidade Federal de Viçosa: Jarbas Miguel, Carla Santin, Augusto Pavani, Andréia Martins, Débora Alves, Amanda Guedes, Marcelo Augusto, Winicius Campos, Daniel Gualhano e Beatriz Gomes, vivi ótimos momentos com vocês.

À Karina Miranda e Jefferson Miranda, por todo incentivo, colaboração, paciência e convívio familiar durante todo o tempo que vivemos juntos.

À Julliana Morais, Márcia Fernanda, Talita Camila, Dante Almeida e Gualberto Agámez pela companhia, amizade, incentivo e amor.

À todas as pessoas que passaram pela minha vida e as que continuam comigo, que de alguma forma, me incentivaram, me apoiaram, me auxiliaram, ficaram felizes comigo e me fizeram acreditar que sou capaz.

A todos, meu MUITO obrigado!

SUMÁRIO

	Página
Lista de tabelas	xi
Resumo geral	xiii
Abstract	xiv
Considerações Iniciais.....	01
Capítulo 1 - Referencial Teórico.....	03
Referências	11
Capítulo 2 – Bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo para vacas em lactação	18
Resumo.....	19
Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	22
Resultados.....	26
Discussão.....	29
Conclusões.....	31
Referências.....	31
Capítulo 3 – Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar como volumoso alternativo à palma forrageira no semiárido brasileiro.....	35
Resumo.....	36
Abstract.....	36
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão.....	43
Conclusões.....	54
Referências.....	54
Considerações Finais.....	61

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2 – Bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo para vacas em lactação	
	Página
Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais (g/kg de MS).....	22
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais.....	23
Tabela 3. Consumo e digestibilidade de nutrientes de vacas alimentadas com diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar.....	26
Tabela 4. Comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar.....	27
Tabela 5. Metabólitos de sangue, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana de vacas alimentadas com diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar.....	27
Tabela 6. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar.....	28
Tabela 7. Avaliação bioeconômica do sistema.....	29
Capítulo 3 - Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar como volumoso alternativo à palma forrageira no semiárido brasileiro	
	Página
Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais (g/kg de MS).....	39
Tabela 2. Proporção dos ingredientes, composição química e perfil de AG das dietas experimentais.....	40
Tabela 3. Consumo de nutrientes, desempenho produtivo e concentração plasmática de β -hidroxibutirato em vacas leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de bagaço de cana-de-	

açúcar.....	43
Tabela 4. Perfil de ácidos graxos do leite (g/100g de AG totais) de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar.....	46
Tabela 5. Índices de atividade da enzima esteroil-CoA dessaturase-1 (SCD-1) na gordura do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de bagaço de cana de açúcar.....	52
Tabela 6. Índices de qualidade nutricional da gordura do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar.....	53

BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO VOLUMOSO EXCLUSIVO PARA VACAS EM LACTAÇÃO

RESUMO GERAL

O bagaço de cana-de-açúcar é um alimento de uso generalizado na alimentação de ruminantes, porém são escassos os trabalhos que utilizam este ingrediente como volumoso exclusivo para o rebanho leiteiro. Dessa forma, objetivou-se avaliar o consumo de matéria seca e de nutrientes, comportamento ingestivo, produção de leite, síntese de proteína microbiana, perfil de ácidos graxos e índices de qualidade nutricional da gordura do leite de vacas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo. Dez vacas Girolando em lactação foram distribuídas em dois Quadrados Latinos 5×5 , alimentadas com quatro dietas contendo diferentes níveis de inclusão de bagaço de cana-de-açúcar [30, 38, 46 e 54% na matéria seca (MS)] mais concentrado e uma dieta controle composta por palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e concentrado. O consumo de MS e a digestibilidade diminuíram linearmente com os níveis de bagaço de cana-de-açúcar. O tempo de ruminação foi maior nas vacas alimentadas com 54% de bagaço de cana. Não houve efeito dos níveis de bagaço de cana-de-açúcar na eficiência na síntese de proteína microbiana. A dieta com 54% de bagaço de cana e a controle proporcionaram a maior concentração do CLA *cis-9 trans-11*. Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade apresentaram comportamento quadrático; e as relações de ácidos graxos ômega 6:ômega 3 e hipo:hipercolesterêmicos diminuíram linearmente com a inclusão de bagaço de cana-de-açúcar. Em conclusão, a inclusão de bagaço de cana-de-açúcar na dieta de vacas leiteiras mestiças reduz a produção de leite. No entanto, o bagaço de cana pode ser utilizado, associado a alimentos concentrados, sendo o nível de inclusão dependente do desempenho esperado. A utilização da dieta com 30% de bagaço de cana-de-açúcar e 70% de concentrado indica potencial para a produção de leite com gordura de melhor qualidade nutricional.

Palavras-chave: Alimento alternativo, leite, qualidade nutricional da gordura, semiárido.

SUGARCANE BAGASSE AS EXCLUSIVE ROUGHAGE FOR LACTATING COWS

ABSTRACT

Sugarcane bagasse is a food that is widely used in ruminant feeding, but there are few studies that use this ingredient as exclusive roughage for the dairy cattle. However, the objective of this study was to evaluate intakes of dry matter and nutrients, intake behavior, milk production, microbial protein synthesis, fatty acid profile and nutritional quality indexes of milk fat of cows fed sugarcane bagasse as exclusive roughage. Ten lactating *Girolando* cows were distributed into a 5 × 5 double Latin squares design and fed five different diets: four increasing levels of sugarcane bagasse [30, 38, 46, and 54% of dry matter (DM)] and the control diet, based on spineless cactus, sugarcane bagasse, and concentrate. The DM intake and digestibility decreased linearly with sugarcane bagasse increasing levels. The time spent with rumination was higher for cows fed 54% sugarcane bagasse level in the diet. There was no effect of sugarcane bagasse levels on the efficiency of microbial protein synthesis. The 54% sugarcane and control diets provided a higher concentration of CLA *cis-9 trans-11*. The atherogenicity and the thrombogenicity index showed quadratic behavior; and the Omega 6:Omega 3 and hypo:hypercholesterolemic fatty acids ratios decreased linearly with sugarcane bagasse inclusion. In conclusion, the sugarcane bagasse inclusion in diets of crossbred dairy cows decreases milk production. However, sugarcane bagasse can be used associated to concentrate feed, being the level of inclusion dependent on expected performance. The utilization of diets with 30% sugarcane bagasse and 70% concentrate indicates the potential for production of milk with a better quality fat.

Keywords: Alternative feedstuff, milk, nutritional quality of fat, semiarid.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Agreste pernambucano, região onde é produzido mais de 70% do leite de Pernambuco, vem enfrentando um longo período de estiagem, com consequências socioeconômicas maiores que as já registradas anteriormente.

O problema da escassez de chuvas tem se agravado por dois motivos principais: 1) o crescimento da produção de leite registrado em Pernambuco nos últimos anos foi acompanhado pelo aumento no efetivo do rebanho bovino e no número de propriedades rurais que se dedicam à atividade leiteira; e 2) a falta de planejamento e de adoção de tecnologias de convivência com a seca, que contribuem de forma expressiva para a escassez de alimentos durante o período de estio.

Mesmo antes desta última estiagem prolongada, quando a produção de leite encontrava-se em ascensão, já existiam algumas incertezas a respeito da continuidade do crescimento da atividade leiteira no Agreste pernambucano, devido a fatores tecnológicos, de qualidade do leite e ainda com relação a restrições ambientais.

Estudos apontam que a manutenção da produção de leite e produtividade em fazendas que produzem menos de 100 litros/dia, perfil de grande parte das propriedades leiteiras do estado, gera como consequência, situações que colocam em risco a viabilidade do sistema produtivo. Nestas condições, os custos de produção tornam-se elevados e este fator, por si só, já é suficiente para tornar a atividade inviável, uma vez que o preço de venda do leite é sempre determinado pelos laticínios e não pelo produtor, com base nos custos de produção.

Cabe ressaltar que, pequenas empresas rurais, apontam para uma forte necessidade de adoção de tecnologia, a fim de maximizar o aproveitamento das áreas e, dessa forma, apresentar lucratividade. Porém, é de costume verificar, nestes casos, manejo inadequado do rebanho, fornecimento de alimentação de baixa qualidade e em quantidade insuficiente, além da utilização de raças de baixa aptidão leiteira.

Destaca-se ainda, que muitas propriedades rurais não possuem acesso a orientação técnica, o que contribui para uma gestão inapropriada das fazendas e, conseqüentemente, redução dos índices de produtividade dos rebanhos.

As alternativas emergenciais para amenizar a falta de alimentos são poucas, pelas dificuldades de produção de volumosos na região, seja pelas restrições físico-químicas dos solos, de recursos hídricos ou ainda de ordem climática.

Na situação atual, simulações apontam para a viabilidade do uso do bagaço de cana-de-açúcar na alimentação do rebanho leiteiro, uma vez que este é um volumoso de uso generalizado na região, devido à proximidade com o setor sucroalcooleiro dos estados de Pernambuco e Alagoas. Nesse contexto, uma alternativa seria encontrar uma relação bagaço:concentrado que maximizasse o consumo e digestibilidade da matéria seca, elevando a produção de leite dos rebanhos em épocas de escassez de forragem.

CAPÍTULO 1
REFERENCIAL TEÓRICO

**BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO VOLUMOSO EXCLUSIVO PARA
VACAS EM LACTAÇÃO**

SITUAÇÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE EM PERNAMBUCO

O complexo agroindustrial de Pernambuco é diversificado, diferindo entre as regiões fisiográficas e sociopolíticas, destacando-se quatro principais cadeias agroindustriais: cana-de-açúcar, avicultura, fruticultura irrigada e a bovinocultura de leite. Em todas as regiões do estado, especialmente no semiárido, a exploração pecuária se constitui em uma das principais alternativas econômicas da zona rural (Torres et al., 2003).

A pecuária de leite em Pernambuco apresentou entre os anos de 2000 e 2011, um dos maiores crescimentos do país, com um incremento de mais de 220% no quantitativo de leite produzido. Este crescimento foi acompanhado pelo aumento do número de animais, que neste período cresceu cerca de duas vezes (IBGE, 2015). Enfatiza-se que este aumento no quantitativo animal indicou o potencial da região em se tornar, em médio prazo, autossuficiente no abastecimento de lácteos, o que despertou o interesse de importantes laticínios do Brasil para a região, onde foram instaladas unidades de beneficiamento de leite de grandes empresas.

Outro motivo marcante que contribuiu para o destaque produtivo no estado foi a ausência de seca severa nos referidos anos. De uma forma geral, a região Nordeste do Brasil é sujeita a períodos cíclicos de seca (Santos et al., 2010), tendo as últimas ocorridas no Agreste pernambucano nos anos de 1993, 1998 e a mais recente, desde 2012.

Um dos ingredientes mais importantes para alimentação do rebanho leiteiro no semiárido, é a palma forrageira, que devido ao seu metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), consegue suportar os rigores de clima e as especificidades físico-químicas dos solos do semiárido (Lira et al, 2005), tornando-se uma valiosa fonte de suplementação alimentar.

Várias pesquisas já evidenciaram a importância da palma forrageira para os sistemas de produção de leite em regiões semiáridas (Siqueira et al., 2017; Conceição et al., 2016; Ferreira et al., 2007; 2005). Entretanto, há alguns anos, um inseto-praga conhecido como cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae*), vem atingindo as lavouras de palma e, devido ao seu alto poder de propagação, tem causado danos

severos e irreversíveis às plantações, provocando prejuízos socioeconômicos nas regiões que dependem da palma forrageira para suplementação do gado (Brito et al., 2008).

A melhor alternativa para o controle da cochonilha do carmim tem sido o plantio de variedades de palma resistentes ao ataque desta praga, tais como “Orelha de elefante mexicana” (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw), “Miúda” e “IPA-Sertânia” (*Nopalea* spp.) (Vasconcelos et al., 2009). Ainda assim, é pequeno o número de produtores rurais que utilizam estas variedades de palma.

O cenário atual tem induzido os produtores de leite a comprar praticamente todos os ingredientes que irão compor as dietas do rebanho, e com o prolongamento do período de estiagem, o preço desses alimentos tem passado por inflacionamento excessivo. Com isso, são comuns os relatos de produtores que tem comercializado uma parte de seus animais, muitos destes chegando até a se desfazer completamente dos rebanhos, quase sempre a preços muito baixos, devido às dificuldades encontradas causadas pela escassez de alimentos e água. Diante desse quadro, pode-se verificar uma redução em torno de 23% do efetivo bovino (IBGE, 2015), como consequência dessa última estiagem.

Dessa forma, produtores rurais e suas lideranças vislumbram um período de recuperação de no mínimo cinco anos, com isso, são esperados mais descartes de animais, ainda que jovens e/ou em fase de produção.

As alternativas para contornar a carência de alimentos, a curto e médio prazo, são poucas, desafiando os produtores a buscarem volumosos alternativos, com o objetivo de manter-se na atividade leiteira.

BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

O bagaço de cana-de-açúcar é o resíduo agroindustrial lignocelulósico, originado a partir da extração do caldo após o esmagamento dos caules da cana-de-açúcar em moendas ou difusores (Missio, 2016).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com safra 2016/2017 estimada de 694,5 milhões de toneladas, sendo o Nordeste responsável por aproximadamente 10% da produção total do país (CONAB, 2016).

A colheita da cana-de-açúcar no Nordeste, especificamente em Pernambuco, e a produção do bagaço de cana, se iniciam em setembro e se estendem até abril do ano seguinte (CONAB, 2016), período que coincide com a estiagem e, conseqüentemente, redução da produção de forragem, o que torna o bagaço de cana um resíduo de grande relevância para uso na alimentação animal (Freitas et al., 2006).

Devido ao elevado crescimento da indústria sucroalcooleira, o bagaço de cana-de-açúcar é o maior resíduo da agroindústria brasileira e um dos coprodutos mais utilizados como fonte de alimento para os ruminantes, uma vez que é gerado em alta quantidade (Santos et al., 2012; Valadares Filho et al., 2008). De acordo com Hofsetz e Silva (2012), para cada tonelada de cana-de-açúcar moída na indústria, são gerados cerca de 300 kg de bagaço, com média de 50% de matéria seca (MS).

A cana-de-açúcar possui elevado teor de lignina e, por isso, apresenta uma fibra de lenta degradação ruminal (Romão et al., 2014). A fração fibrosa dilui a energia da dieta e reduz o consumo voluntário, devido ao efeito de repleção ruminal e saturação da capacidade de ruminação (Pires et al., 2006), o que contribui para um baixo desempenho animal. Se a cana-de-açúcar possui essas características, pode-se inferir que o bagaço apresenta todos esses problemas, podendo inclusive concentrar alguns compostos indesejáveis a nutrição animal.

Dessa forma, o bagaço de cana é conhecido como um material de baixo valor nutritivo, rico em parede celular, baixo conteúdo energético e baixa digestibilidade, portanto, quando utilizado na alimentação de ruminantes deve ser fornecido juntamente com outros ingredientes ricos em proteína, energia e minerais (Missio, 2016; Soares et al., 2015).

Em função da baixa qualidade do bagaço de cana-de-açúcar, alguns tratamentos (físicos, químicos e biológicos) podem ser utilizados, com intuito de reduzir ou eliminar os efeitos dos altos teores de fibra e baixo valor nutritivo do material (Missio, 2016). Porém, devido à facilidade de manejo e custos, o bagaço de cana *in natura* é o mais utilizado na alimentação animal no Nordeste do Brasil.

A aquisição do bagaço de cana-de-açúcar pode contribuir de forma significativa para a redução dos custos com alimentação animal e possibilitar o aumento da rentabilidade dos sistemas de produção, uma vez que, o bagaço pode se acumular nas usinas com o término da safra e apresentar preços vantajosos (Ezequiel et al., 2006).

Além da redução dos custos de produção, a utilização do bagaço de cana na alimentação animal atende as atuais demandas ambientais, com relação ao adequado destino dos resíduos da agroindústria, contribuindo assim para a redução da poluição ambiental (Missio, 2016) e conferindo sustentabilidade ao sistema de produção. Os arranjos produtivos atuais tem se preocupado com questões que vão além do aumento de produtividade, como por exemplo, a possibilidade de utilizar a produção animal como forma de reduzir os impactos ambientais.

Diante disso, algumas pesquisas sobre o uso de bagaço de cana-de-açúcar já foram realizadas, sendo a maioria destas na alimentação de bovinos de corte. Ribeiro et al. (2016) recomendam o uso do bagaço de cana como volumoso exclusivo em dietas de alto concentrado para novilhos em terminação, podendo ser uma alternativa viável, devida a grande oferta e baixo custo, disponível na época de escassez de forragem.

Missio (2016) recomenda a utilização do bagaço *in natura* para ruminantes, na proporção de 10 a 20% da MS, com elevada proporção de concentrado, sem grandes prejuízos sobre o desempenho animal.

Ao contrário dos bovinos de corte confinados, não só no Nordeste, mas em todo o Brasil, são escassos os trabalhos que utilizaram o bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo para as várias categorias que compõem o rebanho leiteiro. Ainda assim, Ferreira et al. (2009) indicaram o uso do bagaço de cana na proporção de 30% da MS com 40 – 50% de palma forrageira, tanto para vacas leiteiras quanto para fêmeas em crescimento. Inácio et al. (2017) utilizaram bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo para novilhas leiteiras em fase de recria e recomendaram a utilização de uma relação de bagaço-concentrado de 50:50 para produtores que objetivam alcançar o primeiro parto aos 24 meses.

Apesar do potencial do bagaço de cana na alimentação do rebanho leiteiro, Nussio e Balsalobre (1993) comentam sobre a supervalorização do tipo de animal e a metodologia de trabalho de alguns profissionais que tem contribuído para a mistificação do uso de determinados alimentos, impossibilitando a utilização de recursos que podem ser relevantes para uso na alimentação animal. Além disso, como tem ocorrido na bovinocultura de corte, a utilização do bagaço de cana na alimentação do rebanho leiteiro, tem apresentado muitas vezes resultados insatisfatórios, devido ao uso de rações formuladas inadequadamente.

Desta forma, as instituições de pesquisa não devem criar e/ou disponibilizar tecnologias excludentes, devendo então buscar alternativas que possam ser adotadas pelos sistemas de produção, independente da situação socioeconômica e ambiental existente.

ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE

Devido às novas tendências de consumo de alimentos saudáveis, é crescente a demanda por produtos de melhor qualidade, que proporcionem segurança alimentar (Huang et al., 2017) e que ainda apresentem características funcionais ou nutracêuticas. Dentre os constituintes do leite, a gordura se destaca por desempenhar função importante na nutrição humana e por ser alvo de interesse da indústria de lácteos para fabricação de derivados, como queijos e manteigas.

Em média, o leite bovino possui 3,3g/100g de gordura, composta por aproximadamente 98% de triglicerídeos, sendo que aproximadamente 95% destes são ácidos graxos (AG) (Ribeiro, 2013). Em torno de 40 e 50% dos AG do leite são derivados da síntese *de novo*, que ocorre nas células da glândula mamária; aproximadamente 10% dos AG são originados da mobilização de gordura corporal e o restante é resultante da captação plasmática de AG pré-formados provenientes da dieta (Eifert et al., 2006). Suas cadeias variam de 4 a 26 átomos de carbono e apresentam diferentes graus de saturação (German et al., 2009).

O teor de gordura do leite é passível de manipulação pela dieta animal, sendo os alimentos volumosos, os que mais contribuem para o seu incremento, uma vez que, sua fermentação conduz a uma maior produção de acetato, principal precursor dos lipídeos do leite na glândula mamária. O contrário também acontece, o fornecimento de rações com baixo teor de fibra, alto teor de amido e a ingestão de grandes quantidades de gordura insaturada, podem contribuir para a depressão da gordura total do leite (Palmquist e Mattos, 2011; Van Soest, 1994).

A gordura do leite apresenta mais de 400 tipos de AG, o que a torna a mais complexa de todas as gorduras naturais (Månsson, 2008). Muitos desses AG estão envolvidos em efeitos benéficos à saúde humana, por esse motivo há interesse em se

elevar a concentração de alguns AG no leite, com o intuito de contribuir com a promoção da saúde aos consumidores de produtos lácteos.

As células do tecido mamário sintetizam os AG de cadeia curta e média utilizando, basicamente, acetato e β -hidroxibutirato como substratos. Praticamente 100% dos AG de cadeia com 4 a 12 carbonos são derivados da síntese *de novo*, bem como 95% dos ácidos com 14 carbonos e, aproximadamente, 50% dos AG de 16 carbonos também (Shingfield et al., 2013). Os AG com 18 carbonos ou mais são provenientes da circulação sanguínea (Chilliard et al., 2000).

O perfil de AG do leite pode ser influenciado pela fase de lactação, balanço energético, nível alimentar, proporção de concentrado, pH ruminal e utilização de tampões e ionóforos (Palmquist e Kinsey, 1993), além de ser largamente dependente da bio-hidrogenação ruminal (Jenkins et al., 2008). A bio-hidrogenação é o processo de conversão dos ácidos graxos insaturados a saturados, via hidrogenação das duplas ligações, catalisadas por enzimas microbianas, tendo como produtos intermediários os AG *trans* e como produto final o ácido esteárico (C18:0) (Li et al., 2012).

Dentre os compostos funcionais mais estudados presentes na gordura do leite, estão os isômeros do ácido linoléico conjugado (CLA), sendo estes encontrados principalmente nas gorduras dos produtos derivados de ruminantes (Ribeiro, 2013). CLA é um termo genérico que caracteriza os isômeros posicionais e geométricos do ácido linoléico (ácido octadecadienoico C18:2 *cis*-9 *cis*-12) (Collomb et al., 2004). O principal isômero do CLA na gordura do leite é o ácido rumênico (CLA *cis*-9 *trans*-11), representando a maior parte dos isômeros (Dewhurst et al., 2006).

O ácido rumênico é um intermediário da bio-hidrogenação ruminal dos ácidos linoleico e α -linolênico. Entre 58 e 77% desse isômero é sintetizado na glândula mamária por ação da enzima Δ^9 -dessaturase, utilizando o ácido vacênico como substrato (Griinari et al., 2000). Assim, qualquer estratégia utilizada para elevar a concentração de ácido rumênico na gordura do leite, deve priorizar maior fluxo extra-ruminal do ácido vacênico e da atividade da enzima Δ^9 -dessaturase na glândula mamária (Ribeiro, 2013). O ácido vacênico também é precursor do ácido rumênico nos tecidos humanos (Turpeinen et al., 2002).

Considerando que os ingredientes mais utilizados nas dietas convencionais do Brasil são basicamente milho, soja e algodão e as pastagens são a principal fonte de

volumoso, seguido das silagens de milho, a concentração de ácidos graxos insaturados (substrato para bio-hidrogenação), principalmente aqueles com duas duplas ligações ou mais, é abundante (Araújo, 2016). O incremento desses ácidos na dieta dos animais é importante por favorecer a produção de AG com propriedades desejáveis ao consumo humano.

Dentre as várias funções nutracêuticas dos AG, podem ser citadas as propriedades antiaterogênicas, antidiabetogênicas e anticarcinogênicas do ácido rumênico (Benjamin e Spener, 2009). Grande parte das substâncias naturais que apresentam atividades anticarcinogênicas é originada de plantas, sendo o CLA uma exceção (Parodi, 1994). Além disso, o ácido rumênico também pode apresentar propriedade hipocolesterolêmica (Kelly e Bauman, 1996); atuar no mecanismo antioxidante (Banni et al., 1995); promover inibição da síntese de nucleotídeos (Shultz et al., 1992); reduzir a atividade de proliferação (Ip et al., 1994) e auxiliar na suspensão da formação de DNA tumoral (Zu e Schut, 1992).

Outros ácidos importantes são: o ácido α -linolênico, que participa ativamente do metabolismo dos humanos e ainda é precursor de AG do grupo ômega 3 (ω -3), que são conhecidos por suas propriedades cardioprotetoras e anti-inflamatórias (Salter, 2013) e o ácido oléico, que possui capacidade de reduzir o LDL do colesterol plasmático (FAO, 2010). Algumas pesquisas apontam que o consumo de ácidos graxos provenientes do leite e de produtos lácteos, como queijos e iogurtes, apresentam um potencial efeito protetor sobre o risco de doença cardiovascular (Rice, 2014).

Nesse contexto, é possível compreender que o consumo de leite e produtos lácteos, contribui para a melhoria do estado nutricional de adultos e, principalmente, crianças, haja vista que a nutrição afeta a saúde, inteligência, desempenho educacional e até mesmo o seu status econômico na fase adulta (FAO, 2013).

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D.B. 2016. **Depressão da gordura do leite: efeito das fontes de ácidos graxos da dieta**. Parte I. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/depressao-da-gordura-do-leite-efeito-das-fontes-de-acidos-graxos-da-dieta-parte-i-100917n.aspx>>. Acesso em 03 jan. 2017.
- BANNI, S.; DAY, B.W.; EVANS, R.W.; CORONGIU, F.P.; LOMBARDIS, B. Detection of conjugated diene isomers of linoleic acid in liver lipids of rats fed a choline-devoid diet indicates that the diet does not cause lipoperoxidation. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.6, p.281-289, 1995.
- BENJAMIN, S.; SPENER, F. Conjugated linoleic acids as functional food: an insight into their health benefits. **Nutrition & Metabolism**, v.6, p.36-48, 2009.
- BRITO, C.H.; BATISTA, E.L.; IVANILDO; A.; BATISTA, J.L. Avaliação de produtos alternativos e pesticidas no controle da Cochonilha-do-carmim na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.2, p. 1-5, 2008.
- CARVALHO, G. R.; CARNEIRO, A. V.; YAMAGUCHI, L. C. T.; MARTINS, P. do C.; HOTT, M. C.; REIS FILHO, R. J. C.; OLIVEIRA, M. A. de. **Competitividade da cadeia produtiva do leite em Pernambuco**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2009.
- CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; MANSBRIDGE, R. M.; DOREAU, M. Ruminant Milk Fat Plasticity: Nutritional Control of Saturated, Polyunsaturated, *trans* and Conjugated Linoleic Acid. **Annales de Zootechnie**, v.49, p. 181-205, 2000.
- COLLOMB, M.; SIEBER, R.; BÜTIKOFER, U. CLA isomers in milk fat from cows fed diets with high levels of unsaturated fatty acids. **Lipids**, v.39, p. 355-364, 2004.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: Safra 2016/17**, v.3, n.3, Brasília: Conab. 2016. 74p.

CONCEIÇÃO, M.G.; FERREIRA, M.A.; CAMPOS, J.M.S.; SILVA, J.L.; DETMANN, E.; SIQUEIRA, M.C.B.; BARROS, L.J.A.; COSTA, C.T.F. Replacement of wheat bran with spineless cactus in sugarcane-based diets for steers. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.45, p.158-164, 2016.

DEWHURST, R.J.; SHINGFIELD, K.J.; LEE, M.R.F. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. **Animal Feed Science and Technology**, v.131, p.168–206, 2006.

EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LANNA, D.P.D.; LEOPOLDINO, W.M.; ARCURI, P.B.; LEÃO, M.I.; COTA, M.R.; VALADARES FILHO, S.C. Milk fatty acid profile of cows fed monensin and soybean oil in early lactation. **Brazilian Journal of Animal Science**, v.35, n.1, p.219-228, 2006.

EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R. E FATURI, C. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2050-2057, 2006.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fats and fatty acids in human nutrition**. Report of an expert consultation. Roma: FAO - Food and Nutrition Paper, v.91, p. 99-119, 2010.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. MUEHLHOFF, E.; A. BENNETT, A.; MCMAHON, D. ROME. **Milk and Dairy Products in Human Nutrition**, Roma: FAO, 376p. 2013.

FERREIRA, M.A. **Palma Forrageira na alimentação de bovinos leiteiros**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. 68p.

FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; AZEVEDO, M.; BISPO, S.V.; et al. **Palma forrageira e uréia na alimentação de novilhas leiteiras**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007. 30p.

FERREIRA, M.A.; SILVA, R.R.; RAMOS, A.O.; VÉRAS, A.S.C.; MELO, A.A.S.; GUIMARÃES, A.V. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.159-165, 2009.

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; BARBOSA, M.H.P.; RIBEIRO, M.D.; COSTA, M.G. Avaliação da divergência nutricional de genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.229-236, 2006.

GERMAN, J. B.; GIBSON, R. A.; KRAUSS, R. M.; NESTEL, P.; LAMARCHE, B.; VAN STAVEREN, W. A.; STEIJNS, J. M.; DE GROOT, L. C. P. G. M.; LOCK, A. L.; DESTAILLATS, F. A reappraisal of the impact of dairy foods and Milk fat on cardiovascular disease risk. **European Journal of Nutrition**, v.48, p.191–203, 2009.

GRIINARI, J. M.; CORL, B. A.; LACY, S. H.; CHOUINARD, P. Y.; NURMELA, K. V. V.; BAUMAN, D. E. Conjugated Linoleic Acid Is Synthesized Endogenously in Lactating Dairy Cows by Δ^9 -Desaturase. **Journal of Nutrition**, v.130, p. 2285–2291, 2000.

HOFSETZ, K.; SILVA, M.A. Brazilian sugarcane bagasse: Energy and non-energy consumption. **Biomass Bioenergy**, v.46, p.564-573, 2012.

HUANG, H.; WU, S.; LU, J.; SHYU, Y.; WANG, C. Current status and future trends of high-pressure processing in food industry. **Food Control**, v.72, p.1-8, 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. 2015. Rio de Janeiro, v. 43, p.1-49. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2016.

INÁCIO, J.G.; FERREIRA, M.A.; SILVA, R.C.; SILVA, J.L.; OLIVEIRA, J.C.V.; SANTOS, D.C.; SOARES, L.F.P. ; CAMPOS, J.M.S. Sugarcane bagasse as exclusive roughage for dairy heifers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.46, n.1, p.80-84, 2017.

IP, C.; SINGH, M.; THOMPSON, H.J.; SCIMECA, J.A. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. **Cancer Research**, v.54, p.1212-1215, 1994.

JENKINS, T.C.; WALLACE, R.J.; MOATE, P.J.; MOSLEY, E.E. Board-invited review: recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of Animal Science**, v.86, p.397–412, 2008.

KELLY, M.L., BAUMAN, D.E. Conjugated linoleic acid: a potent anticarcinogen found in milk fat. **Proc. Cornell Nutrition Conference**, Ithaca NY, p.68-74, 1996.

LI, D.; WANG, J.Q.; BU, D.P. Ruminal microbe of biohydrogenation of trans-vaccenic acid to stearic acid in vitro. **BMC Research Notes**, v.5, n.97, p.1-8, 2012.

LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V.; MELLO, A.C.L.; FARIAS, I.; SANTOS, D.C. Utilização da palma forrageira na pecuária leiteira do semi-árido. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v.2, p.107-120, 2005.

MÅNSSON, H.L. Fatty acids in bovine milk fat. **Food Nutrition Research**, v.52, n.10. Published online 2008.

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.

NUSSIO, L.G.; BALSALOBRE, M.A. Utilização de resíduos fibrosos da industrialização da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.127-150.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.299-322.

PALMQUIST, D.L.; KINSEY, D.J. **Lipolysis of triglycerid by ruminal microorganisms**. In: Proc. 22 nd Conf. Rumen Function, Chicago, IL (Abstr.) 1993.

PARODI, P.W. 1994. Conjugated linoleic acid: an anticarcinogenic fatty acid present in milk. **Australian Journal Dairy Technology**, v.49, p.93-97, 1994.

PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P.; SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F. Bagaço de cana-de-açúcar tratado com hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.953-957, 2006. (supl.).

RICE, B.H. Dairy and cardiovascular disease: A review of recent observational research. **Current Nutrition Report**, v.3, p.130–138, 2014.

RIBEIRO, C.G.S. **Produção e composição do leite de vacas alimentadas com capim-elfante suplementado com óleo de girassol**. 2013. 192p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

RIBEIRO, A.F.; MESSANA, J.D.; JOSÉ NETO, A.; FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T.T. Fatty acid profile, meat quality, and carcass traits of Nellore young bulls fed different sources of forage in high-concentrate diets with crude glycerin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, n.4, p.165-173, 2016.

ROMÃO, C.O.; CARVALHO, G.G.P.; LEITE V.M.; SANTOS, A.S.; CHAGAS, D.M.T.; RIBEIRO, O.L.; OLIVEIRA, P.A.; MAGALHÃES, A.F.; PIRES, A.J.V. 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.

SALTER, A.M. Dietary fatty acids and cardiovascular disease. **Animal**, v.7, p.163-171, 2013.

SANTOS, D.N.; SILVA V.P.R.; SOUSA, F.A.S.; SILVA, R.A. Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.5, p.492–500, 2010.

SANTOS, R.D.S.; COSTA, J.C.A.; SOUZA, M.H.C.; LUZ, S.N. **Gestão de resíduos em uma agroindústria canavieira no Vale do São Francisco: O reaproveitamento do bagaço da cana-de-açúcar**. In: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2012. Goiânia: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2012, p.1-5.

SHINGFIELD, K.J.; BONNET, M.; SCOLLAN, N.D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. **Animal**, v.7, p.132-162, 2013.

SIQUEIRA, M.C.B.; FERREIRA, M.A.; MONNERAT, J.P.I.S.; SILVA, J.L.; COSTA, C.T.F.; CONCEICÃO, M.G.; ANDRADE, R.P.A.; BARROS, L.J.A.; MELO, T.T.B. Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and partial digestibility, fiber dynamics and ruminal parameters. **Animal Feed Science and Technology**, v.226, p.56–64, 2017.

SOARES, M.S.; PIRES, A.J.V.; SILVA, L.G.; GUIMARÃES, J.T.; MACHADO, T.C. E FRAZÃO, O.D.A.S. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Nutrição**, v.12, p.3837-3855, 2015.

SHULTZ, T.D.; CHEW, B.P.; SEAMAN, W.R. Inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and b-carotene on the in vitro growth of human cancer cells. **Cancer Letters**, v.63, p.125-133, 1992.

TORRES, L. B.; FERREIRA, M. A., VÉRAS, A. S. C.; MELO, A. A. S.; ANDRADE, D. K. B. Níveis de Bagaço de Cana e Uréia como Substituto ao Farelo de Soja em dietas

para bovinos leiteiros em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.760-767, 2003.

TURPEINEN, A.M.; MUTANEN, M.; ARO, A.; SALMINEN, I.; BASU, S.; PALMQUIST, D. L.; GRIINARI, J. M. Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, p. 504–510, 2002.

VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; BENEDETI, P.D.B.; SILVA, L.F.C. **Otimização de dietas à base de cana-de-açúcar**. 2008. In: Simpósio de produção de gado de corte, 6. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. p.121-182.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VASCONCELOS, A.G.V.; LIRA, M.A.; CAVALCANTI, V.L.B.; SANTOS, M.V.F.; WILLADINO, L. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.827-831, 2009.

ZU, H.X.; SCHUT, H.A.J. Inhibition of 2-amino-3-methylimidazol 4,5-f quinoline-DNA adduct formation in CDF1 mice by heat-altered derivatives of linoleic acid. **Food and Chemical Toxicology**, v.30, p.9-16, 1992.

CAPÍTULO 2

**Bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo para vacas em lactação
em regiões semiáridas**

Bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo para vacas em lactação em regiões semiáridas

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar [30, 38, 46 e 54% da matéria seca (MS)] como volumoso exclusivo na dieta de vacas em lactação, sob o consumo de matéria seca e de nutrientes, comportamento ingestivo, produção de leite e síntese de proteína microbiana. Dez vacas Girolando foram distribuídas em dois Quadrados Latinos 5×5 . A dieta controle (palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e concentrado) foi formulada para atender a produção média de 20 kg de leite/dia com 3,5% de gordura. O consumo de MS e a digestibilidade diminuíram linearmente com os níveis de bagaço de cana-de-açúcar. O tempo de ruminação foi maior nas vacas alimentadas com 54% de bagaço de cana-de-açúcar. Não houve efeito dos níveis de bagaço de cana-de-açúcar nas concentrações de NEFA e eficiência na síntese de proteína microbiana. As vacas alimentadas com 30% de bagaço de cana-de-açúcar apresentaram maior produção de leite e produção de leite corrigido para 3,5% de gordura, em relação àquelas alimentadas com a dieta controle. A relação entre a produção de leite e o custo total da alimentação apresentou valores mais altos para a dieta com maior nível de bagaço de cana. Em conclusão, a inclusão de bagaço de cana-de-açúcar na dieta de vacas leiteiras mestiças reduz a produção de leite. No entanto, o bagaço de cana pode ser utilizado, associado a alimentos concentrados, sendo o nível de inclusão dependente do desempenho esperado.

Palavras-chave: Digestibilidade, comportamento ingestivo, produção de leite, volumoso alternativo

Sugarcane bagasse as the main roughage for lactating cows in semiarid regions

ABSTRACT

The effects of different levels of sugarcane bagasse [30, 38, 46, and 54% of dry matter (DM)] as exclusive roughage in the diet of lactating cows on dry matter and nutrients intake, feeding behavior, dairy performance and microbial protein synthesis were studied. Ten lactating *Girolando* cows were assigned to a replicated 5×5 Latin square

design. The control diet (spineless cactus, sugarcane bagasse, and concentrate) was formulated to meet the average production of 20 kg of milk.d⁻¹ with 3.5% fat.DM intake and digestibility decreased linearly with sugarcane bagasse levels. Rumination time was higher in cows fed 54% sugarcane bagasse. There was no effect of sugarcane levels on NEFA concentrations and efficiency of microbial protein synthesis. Cows fed 30% sugarcane bagasse showed higher milk production and 3.5% fat-corrected milk production related to those fed control diet. The relationship between milk production and total feed cost presented higher values for the diet with a higher level of sugarcane bagasse. In conclusion, the inclusion of sugarcane bagasse in the diet of crossbred dairy cows reduces milk production. However, sugarcane bagasse can be used, associated with concentrated feed, and the inclusion level depends on expected performance.

Keywords: Digestibility, feeding behavior, milk production, alternative roughage

INTRODUÇÃO

A alta variação na distribuição e intensidade das chuvas são características das regiões secas (FAO, 2004), como o semiárido brasileiro. De acordo com Koohafkan e Stewart (2008), cerca de 40% de toda área terrestre do mundo é considerada seca, ainda assim, estas regiões são responsáveis por grande parte da produção agrícola e pecuária. Estudos apontam que uma parte significativa dos ruminantes é criada nessas regiões e seus produtos (leite e carne) fornecem nutrientes de elevado valor biológico para a alimentação humana. As regiões áridas e semiáridas têm passado por intensos desafios climáticos, os quais requerem soluções inovadoras para manutenção da produção de alimentos (Mortimore et al., 2009).

Dentre os alimentos utilizados na alimentação de ruminantes em regiões semiáridas, a palma forrageira é considerada um importante recurso para os rebanhos leiteiros (Ferreira et al., 2012). A palma apresenta elevada tolerância às condições de seca, alta eficiência no uso de água, alta produção de biomassa e alto teor de carboidratos (Ben Salem, 2010). No entanto, seu uso na alimentação animal deve ser associado a fontes de fibra, energia e proteína.

Dentre os alimentos fibrosos que se destacam, pode-se citar a cana-de-açúcar, bem como os resíduos gerados pelo seu beneficiamento, como é o caso do bagaço de

cana-de-açúcar. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e o processamento desta planta nas usinas de produção de açúcar e álcool gera elevada quantidade de bagaço como resíduo. Para cada tonelada de cana processada são geradas cerca de 0,3 tonelada de bagaço (Hofsetz e Silva, 2012), material que pode ser utilizado na alimentação animal (Ahmed e Babiker, 2015). A vantagem do uso do bagaço de cana-de-açúcar pode ser seu baixo custo de aquisição, em relação a outros volumosos convencionais e sua alta disponibilidade, justamente no período de escassez de forragem (Ahmed e Babiker, 2015). Assim, a utilização do bagaço pode ser uma opção relevante na alimentação dos rebanhos, dada a proximidade entre as fazendas leiteiras e o setor sucroalcooleiro.

Ferreira et al. (2009) recomendaram o uso de bagaço de cana-de-açúcar na proporção de 30% em uma dieta com 40 a 50% de palma forrageira, tanto para vacas em lactação quanto para novilhas. Contudo, a disponibilidade da palma forrageira tem sido limitada pela ocorrência de um inseto-praga conhecido como cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae*), que tem comprometido parte considerável das lavouras de palma forrageira no semiárido brasileiro. A solução para tal problema tem sido a utilização de genótipos de palma resistentes ao ataque deste inseto, no entanto, esta é uma opção a médio e longo prazo, devido à limitação de material disponível para propagação e ciclo de cultivo (dois anos). Este fato sugere a utilização, apenas, do bagaço de cana-de-açúcar com concentrado para alimentar os rebanhos, em épocas de escassez de alimentos.

Sabe-se que o baixo valor nutricional do bagaço de cana-de-açúcar induz a utilização de elevadas quantidades de concentrado na dieta para manter a produção de leite, assim como foram conduzidos alguns estudos em bovinos de corte, com o objetivo de atingir o máximo desempenho. Porém, para o rebanho leiteiro, os objetivos são diferentes e quantidades muito elevadas de concentrado, podem trazer danos à produtividade e desencadear alguns distúrbios metabólicos. Assim, o estabelecimento de uma relação adequada de bagaço de cana e concentrado para vacas em lactação, pode promover melhorias no desempenho do rebanho e sustentabilidade aos arranjos produtivos em regiões semiáridas.

Portanto, objetivou-se com esse trabalho, avaliar os efeitos de diferentes níveis de inclusão de bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo sobre o consumo de

matéria seca e de nutrientes, comportamento ingestivo, produção de leite e síntese de proteína microbiana em vacas mestiças em lactação.

MATERIAL E MÉTODOS

Área Experimental, animais e dietas

Todos os procedimentos desse trabalho foram conduzidos de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e aprovadas pelo Comitê de Ética em Uso de Animais para pesquisa (CEUA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Licença nº 033/2014).

Este estudo foi conduzido na Fazenda Roçadinho, localizada na cidade de Capoeiras, mesorregião do Agreste pernambucano e microrregião do Vale do Ipojuca, Pernambuco, Brasil.

Foram utilizadas 10 vacas multíparas Girolando ($110 \pm 18,9$ dias de lactação e $600 \pm 34,3$ kg de peso corporal), distribuídas em dois Quadrados Latinos 5×5 . A pré-adaptação dos animais ao manejo e às instalações teve duração de 15 dias, seguida de um período experimental de 105 dias, dividido em cinco períodos de 21 dias cada, sendo os primeiros 14 dias para adaptação dos animais às dietas experimentais e os sete dias restantes para coleta de dados e amostras.

A composição química dos ingredientes é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais (g/kg de MS).

Item	Ingredientes			
	Bagaço de cana-de-açúcar	Palma forrageira	Milho moído	Farelo de Soja
Matéria seca ^a	502,4	251,5	899,4	900,9
Matéria orgânica	951,3	919,8	984,7	932,3
Proteína bruta	15,2	41,0	89,0	471,0
Extrato etéreo	9,5	13,9	54,1	18,7
FDNcp	830,7	279,0	76,8	92,8
FDNi	381,9	50,7	25,8	18,9
Lignina	124,4	49,4	13,0	14,9
Carboidratos totais	95,3	589,2	764,9	351,6
Carboidratos não fibrosos	502,4	251,5	899,4	900,9

^ag/kg de alimento; FDNcp = Fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; FDNi = Fibra em detergente neutro indigestível.

Foram avaliadas quatro dietas isonitrogenadas com diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar (30, 38, 46 e 54% da matéria seca). Para o controle (Tabela 2), adotou-se uma dieta comumente utilizada para vacas mestiças em lactação contendo palma forrageira, bagaço de cana e concentrado (Ferreira et al., 2009), para atendimento das exigências nutricionais de vacas com produção média de 20 kg de leite/dia e 3,5% de gordura, de acordo com as recomendações do NRC (2001). O bagaço de cana-de-açúcar foi adquirido na Usina Taquara, município de Colônia Leopoldina, Alagoas.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais.

Item	Controle	Níveis de bagaço de cana-de-açúcar (%)			
		30	38	46	54
Ingredientes (g/kg MS)					
Bagaço de cana	300	300	380	460	540
Palma forrageira	400	0	0	0	0
Milho moído	75	493	411	328	246
Farelo de soja	185	173	173	173	173
Ureia + Sulfato de amônia ^a	10	4.0	6.5	9.0	11.5
Sal comum	5	5	5	5	5
Bicarbonato de sódio	10	10	10	10	10
Minerais ^b	15	15	15	15	15
Composição da dieta (g/kg MS)					
Matéria seca (g/kg MN)	394	719	685	654	626
Matéria orgânica	899	932	927	922	917
Proteína bruta	142	145	146	145	149
Extrato etéreo	15.6	32.5	28.9	25.2	21.5
FDNcp	373	281	345	405	463
Carboidratos totais	783	793	794	794	795
Carboidratos não fibrosos	354	439	382	323	266
Nutrientes digestíveis totais	693	698	663	662	652

MS = Matéria seca; MN = Matéria natural; FDNcp = Fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas. ^aProporção de 9:1, base da matéria natural; ^bComponentes da mistura mineral: Fosfato bicálcico; calcário; sal comum; flor de enxofre; sulfato de zinco; sulfato de cobre; sulfato de manganês; iodato de potássio; selenito de sódio. ¹g/kg.

Procedimentos Experimentais e Amostragem

As vacas foram alimentadas *ad libitum* duas vezes ao dia (7:00h e 16:00h) após as ordenhas da manhã (4:00h) e da tarde (15:00h). A quantidade de alimentos fornecida foi ajustada diariamente, permitindo sobras de 5 a 10% da matéria natural. Amostras de alimentos e sobras foram coletadas durante os últimos sete dias de cada período

experimental e armazenadas a -18°C em sacos plástico. O peso corporal de cada vaca foi medido no início e no final de cada período após a ordenha matinal.

No 15º dia, quatro horas após a alimentação matinal, foram coletadas amostras de sangue por venopunção coccígea, em tubos sem anticoagulante e com heparina como anticoagulante, para obtenção de soro e plasma, respectivamente. As amostras de sangue foram centrifugadas e acondicionadas em tubos cônicos de polietileno e armazenadas à -18°C . Os metabólitos analisados foram: ureia, ácidos graxos não esterificados (NEFA) e β -hidroxibutirato (BHBA). Para a determinação da ureia foi utilizado kit comercial Labtest[®] e para NEFA e BHBA utilizou-se kits comerciais Randox[®].

As amostras *spot* de urina foram obtidas no dia 15º de cada período experimental, aproximadamente 4 horas após a primeira alimentação do dia (Chizzotti et al., 2008). As análises de alantoína foram realizadas utilizando-se um método colorimétrico (Chen e Gomes, 1992) e nitrogênio total, ureia, ácido úrico e creatinina utilizando um analisador bioquímico LabMax 240 (Labtest Diagnostica S/A).

Amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal, uma vez ao dia, do 17º ao 21º dia de cada período, das 6:00h às 14:00h, com intervalos de 2h a cada dia. Ao final de cada período de 21 dias, foram confeccionadas amostras compostas, por animal, e armazenadas a -18°C para posteriores análises químicas.

Para estimativa da produção de matéria seca fecal e cálculo da digestibilidade aparente dos nutrientes utilizou-se o marcador interno fibra em detergente neutro indigestível, sendo as amostras de alimentos, sobras e fezes moídas a 2 mm, acondicionadas em sacos de tecido não tecido (TNT-100g/m²) e incubadas por 288 horas no rúmen de um bovino (Valente et al., 2015).

Dados referentes ao comportamento animal foram coletados no 18º dia de cada período de amostragem, pelo método de varredura instantânea (*scan sampling*) proposto por Martin e Bateson (2007). As observações foram iniciadas às 6:00h da manhã, durante 24 horas com intervalos de 5 minutos. Avaliaram-se os tempos de alimentação, ruminação e ócio, em minutos por dia.

Análises químicas

As amostras dos alimentos, sobras e fezes foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS; método 934.01), matéria orgânica (MO; método 930.05), proteína bruta (PB; método 968.06) e extrato etéreo (EE; método 920.39) de acordo com metodologia descrita por AOAC (2000). A análise de FDN seguiu o método descrito por Mertens (2002), utilizando alfa-amilase termoestável, sem utilização de sulfito de sódio e corrigida para cinzas residuais. O FDN também foi corrigido quanto ao teor de compostos nitrogenados utilizando o método descrito por Licitra et al. (1996). Todas as análises químicas foram realizadas em amostras processadas para passar através de uma peneira de 1 mm. A quantificação do conteúdo de carboidratos não fibrosos (CNF) foi realizada de acordo com Detmann e Valadares Filho (2010), e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram determinados de acordo com Weiss (1999).

O balanço de compostos nitrogenados (N-retido) foi obtido calculando-se a diferença entre o consumo de nitrogênio total (CN) e o nitrogênio total excretado nas fezes (N-fecal), urina (N-urinário) e leite (N-leite). A eficiência de utilização dos compostos nitrogenados dietéticos foi avaliada utilizando os seguintes indicadores: N-ureico no plasma, N-ureico na urina e o balanço de N.

A produção de leite foi medida diariamente em cada período de coleta. As amostras de leite foram coletadas nos 19º e 20º dias de cada período para análises de proteína, gordura, lactose, uréia e teor de sólidos totais de acordo com ISO 9622/IDF 141C (2013). A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (PLCG), utilizando-se a equação proposta por Sklan et al. (1992).

Análise estatística

Todas as variáveis do experimento foram analisadas segundo o modelo estatístico: $\hat{Y}_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + (P/Q)_{ik} + (A/Q)_{il} + e_{ijkl}$, sendo: \hat{Y}_{ijkl} = observação no animal 1, no período k, submetido ao nível de inclusão j, no quadrado latino i; μ = média geral; Q_i = efeito do quadrado latino i, sendo i = 1 e 2; T_j = efeito do tratamento j, sendo j = 1, 2, 3, 4 e 5; $(P/Q)_{ik}$ = efeito do período k, dentro do quadrado latino i, sendo k = 1, 2, 3, 4 e 5; $(A/Q)_{il}$ = efeito do animal 1, dentro do quadrado latino i, sendo l = 1, 2, 3, 4 e 5; e e_{ijkl} = erro aleatório, associado a cada observação.

Os procedimentos estatísticos foram conduzidos utilizando-se o PROC GLM e

PROC REG (*Statistical Analysis System*, versão 9.4), para as análises de variância e regressão, respectivamente. Para comparação dos diferentes níveis de inclusão de bagaço de cana com o controle, utilizou-se o teste de *Dunnnett* ao nível de 5% de probabilidade para erro tipo I.

Foi realizada a bioeconomicidade das dietas, levando em consideração o consumo de alimentos (kg de MS/vaca/dia), custo das dietas (R\$/kg de MS), preço do leite (R\$/kg), produção de leite (kg/vaca/dia) e ganho médio diário (kg/vaca/dia).

RESULTADOS

Os consumos de MS, MO, PB, CNF e NDT decresceram linearmente com os níveis de bagaço de cana (Tabela 3). Houve efeito quadrático no consumo de FDNcp, com valor máximo de 6,54 kg/dia estimado com 48,2% de inclusão de bagaço de cana-de-açúcar. A digestibilidade da MS decresceu linearmente e a digestibilidade da PB e FDN aumentaram linearmente com os níveis de bagaço de cana-de-açúcar (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo e digestibilidade de nutrientes de vacas alimentadas com diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar.

Item	Controle	Níveis de inclusão de bagaço de cana-de-açúcar (%)				EPM	Contrastes ^a (Valor de P)	
		30	38	46	54		L	Q
Consumo (kg/dia)								
MS	18,3	18,3	17,8	16,1*	13,9*	0,506	<0,01	0,069
MO	16,5	17,0	16,5	14,8*	12,7*	0,467	<0,01	0,073
PB	2,60	2,66	2,60	2,38*	2,07*	0,069	<0,01	0,064
FDNcp	6,83	5,15*	6,13*	6,53	6,43	0,215	<0,01	0,003
CNF	7,21	8,80*	7,51	5,93*	4,35*	0,202	<0,01	0,088
NDT	12,70	12,80	11,80*	10,70*	9,06*	0,571	<0,01	0,078
Digestibilidade (g/kg)								
MS	736	705*	685*	679*	671*	12,9	0,008	0,489
MO	760	724*	705*	709*	701*	12,7	0,116	0,506
PB	814	749*	758*	777*	782	13,8	0,012	0,858
FDNcp	535	397*	431*	460*	492	22,7	0,005	0,970

EPM = Erro padrão da média; MS = Matéria seca; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína bruta; FDNcp = Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas; CNF = Carboidratos não fibrosos; NDT = Nutrientes digestíveis totais; ^aL = Efeito linear; Q = Efeito quadrático; *valores diferem estatisticamente do controle pelo teste de *Dunnnett* (P<0.05).

O tempo de ruminação foi maior em vacas alimentadas com 54% de bagaço de cana-de-açúcar do que em vacas alimentadas com a dieta controle (Tabela 4). O tempo

de alimentação e ruminação aumentou linearmente com a inclusão de bagaço nas dietas, enquanto que o tempo em ócio reduziu linearmente.

Tabela 4. Comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar.

Tempo	Controle	Níveis de inclusão de bagaço de cana (%)				EPM	Contrastes ^a (Valor de P)	
		30	38	46	54		L	Q
Alimentação (min d ⁻¹)	329	283*	324	320	325	9,45	0,003	0,091
Ruminação (min d ⁻¹)	407	393	448	464	476*	26,5	<0,01	0,113
Ócio (min d ⁻¹)	704	764	668	656	639	29,1	<0,01	0,133

EPM = Erro padrão da média; ^aL = Efeito linear; Q = Efeito quadrático; *valores diferem estatisticamente do controle pelo teste de *Dunnnett* (P<0.05).

Não houve efeito dos diferentes níveis de bagaço de cana na concentração de NEFA. A concentração de BHBA apresentou comportamento quadrático, com valor máximo estimado de 0,56 mmol/L com 43,1% de bagaço de cana na dieta (Tabela 5).

Tabela 5. Metabólitos de sangue, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana de vacas alimentadas com diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar.

Item	Controle	Níveis de inclusão de bagaço de cana (%)				EPM ^a	Contrastes ^a (Valor de P)	
		30	38	46	54		L	Q
Metabólitos de sangue (mmol/L)								
NEFA	0,09	0,11	0,12	0,14	0,12	0,02	0,397	0,364
BHBA	0,64	0,51*	0,55*	0,58*	0,52*	0,04	0,478	0,037
Balanço de nitrogênio (g/dia)								
Consumo de N total	416	425	416	380*	332*	11,2	<0,01	0,003
N - fezes	84,6	117*	109*	90,0	76,9	4,06	<0,01	0,502
N - urina	0,34	0,44	0,28	0,26	0,29	0,06	0,087	0,135
N - leite	97,9	114*	102	89,3*	79,7*	2,91	<0,01	0,722
Balanço	232	194*	204*	201*	174*	11,5	0,018	0,004
Eficiência de utilização do Nitrogênio (EUN)								
Leite	0,236	0,260*	0,247	0,246	0,240	0,005	0,008	0,026
Nitrogênio ureico (mg/dL)								
Plasma	23,1	28,7	29,9	35,7	35,7	1,32	<0,01	0,458
Urina	74,9	87,3	71,3	74,2	86,6	7,65	0,978	0,028
Leite	17,1	19,4	22,5*	26,4*	27,1*	1,21	<0,01	0,160
Síntese de proteína microbiana								
PBM (g/dia)	1594	1604	1487	1275*	1248*	91,80	<0,01	0,471
ESPM (g PB/kg de NDT)	125,5	125,3	126,0	119,0*	137,7	5,37	0,437	0,065

EPM = Erro padrão da média; NEFA = Ácidos graxos não-esterificados; BHBA = β -hidroxibutirato; N = Nitrogênio; PBM = Proteína bruta microbiana; ESPM = Eficiência de síntese de proteína bruta microbiana; ^aL = Efeito linear; Q = Efeito quadrático; *valores diferem estatisticamente do controle pelo teste de *Dunnnett* (P<0.05).

Houve efeito quadrático no balanço de N, com um valor máximo de 206 g de N retido/dia estimado com 39,2% de inclusão de bagaço de cana-de-açúcar (Tabela 5). Não houve efeito na eficiência da síntese de proteína microbiana (ESPM), com um valor médio de 126,7 g PB/kg de NDT (Tabela 5).

Verificou-se maior produção de leite e maior produção de leite corrigido para 3,5% de gordura para as vacas alimentadas com 30% de bagaço de cana-de-açúcar (Tabela 6). A dieta controle proporcionou produção de leite semelhante à dieta com 38% de bagaço de cana-de-açúcar (Tabela 6).

Tabela 6. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar.

Item	Controle	Níveis de inclusão de bagaço de cana (%)				EPM	Contrastes ^a (Valor de P)	
		30	38	46	54		I	II
Produção (kg/dia)								
Leite	19,7	22,4*	20,6	18,5*	16,4*	0,74	<0,01	0,661
PLCG (3,5%)	19,9	22,7*	21,4	19,4	16,5*	1,03	<0,01	0,141
Composição (g/100g)								
Gordura	3,56	3,61	3,77	3,78	3,54	0,19	0,707	0,086
Proteína	3,19	3,25	3,19	3,11	3,11	0,07	0,022	0,424
Lactose	4,71	4,82	4,77	4,71	4,66	0,04	<0,01	0,909
Sólidos totais	12,3	12,3	12,5	12,2	12,2	0,15	0,382	0,262

EPM = Erro padrão da média; PLCG = Produção de leite corrigido para gordura (3,5%); ^aL = Efeito linear; Q = Efeito quadrático; *valores diferem estatisticamente do controle pelo teste de *Dunnett* (P<0.05).

O custo diário com alimentação, a receita bruta diária, a margem bruta e o custo com alimentação por kg de leite produzido diminuíram com a inclusão de bagaço de cana-de-açúcar (Tabela 7).

Tabela 7. Avaliação bioeconômica do sistema.

Item	Controle	Níveis de inclusão de bagaço (%)			
		30	38	46	54
A – Custos com alimentação					
Consumo total (kg de MS/vaca/dia)	18,32	18,30	17,77	16,13	13,90
Custo da dieta (R\$/kg de MS)	0,73	0,88	0,83	0,79	0,74
Custo diário (R\$/vaca)	13,32	16,07	14,83	12,67	10,31
B – Receita bruta					
Produção de leite (kg/dia)	19,90	22,70	21,40	19,40	16,50
Preço do leite (R\$/kg)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Receita bruta diária (R\$/vaca)	29,85	34,05	32,10	29,10	24,75
C – Margem bruta (R\$/vaca/dia)					
	16,53	17,98	17,27	16,43	14,44
D – Custo com alimentação por kg de leite produzido					
	0,67	0,71	0,69	0,65	0,63
E – Ganho médio diário (kg/vaca)					
	0,31	0,34	0,30	0,31	0,31

¹Unidades econômicas apresentadas em reais (R\$)

DISCUSSÃO

O excesso de fibra de baixa degradabilidade presente no bagaço de cana-de-açúcar promoveu diminuição da digestibilidade da MS da dieta, refletindo na redução do consumo e elevando o tempo de ruminação. A fibra de lenta degradação ou indigestível ocupam espaço no trato gastrointestinal dos animais, causando enchimento como resultado da distensão no rúmen (Mertens, 1997). Consequentemente, as vacas consumiram as dietas até atingirem sua capacidade máxima de consumo de FDNcp (6,54 kg/dia) com 48,2% de bagaço de cana-de-açúcar. De acordo com Ahmed et al. (2013), o uso de bagaço de cana-de-açúcar na alimentação animal é limitado devido à sua baixa digestibilidade, relacionada ao alto teor de fibras que apresenta mais de 60% de sua matéria seca sob a forma de celulose, hemicelulose e lignina.

As dietas controle, 30% e 38% de bagaço de cana-de-açúcar permitiram maior ingestão de MS em comparação com as dietas contendo 46% e 54% de bagaço de cana-de-açúcar, devido à maior digestibilidade da MS e maior aceitabilidade pelos animais. A principal diferença entre a palma e outras as forrageiras é a degradabilidade dos nutrientes no rúmen, devido a sua maior fração solúvel em água potencialmente degradável e ao maior potencial e degradabilidade efetiva (Ferreira et al., 2012).

A redução do consumo de MS e de nutrientes, especialmente proteína e energia (NDT), pode explicar a diminuição da produção de leite e leite corrigido para 3,5% de gordura em vacas alimentadas com níveis crescentes de bagaço de cana-de-açúcar. Esse

efeito é provavelmente devido a um desequilíbrio entre energia (decrecente) e proteína em dietas contendo níveis mais elevados de bagaço de cana-de-açúcar, uma vez que o valor máximo de N retido (206 g/dia) foi obtido com 39,2% de bagaço de cana-de-açúcar. Além disso, esse desequilíbrio foi sinalizado pela redução da ingestão de N e aumento nos níveis de nitrogênio ureico no leite e no plasma em vacas alimentadas com essas dietas.

Comparando-se a dieta com 30% de bagaço de cana-de-açúcar e 70% de concentrado com a dieta controle (30% de bagaço, 40% de palma e 30% de concentrado), verifica-se um ótimo equilíbrio entre a energia fornecida e a proteína, resultando em maior eficiência de uso de compostos nitrogenados. A ausência de efeito sobre a concentração de NEFA reforça o equilíbrio correto em todas as dietas testadas. As concentrações de NEFA abaixo de 0,20 mmol/L são consideradas normais por Adewyi et al. (2005). Além disso, apesar da concentração de BHBA ter apresentado efeito quadrático, todos os valores encontrados foram considerados normais por se apresentarem abaixo de 0,96 mmol/L, segundo González (2000).

É importante verificar que as vacas alimentadas com 54% de bagaço de cana-de-açúcar apresentaram baixo consumo de NDT (9,06 kg/dia) e os animais alimentados com 30% de bagaço (12,8 kg/dia) apresentaram consumo semelhante aos alimentados com a dieta controle (12,7 kg/dia). Esse resultado refletiu-se na produção de leite, que poderia estar relacionada à síntese de proteína microbiana, que não diferiu entre a dieta controle (1594 g/dia) e as dietas com 30 e 38% de bagaço de cana-de-açúcar (1604 e 1487 g/dia). A eficiência da síntese de proteína microbiana nessas dietas (125,5 vs. 125,3 e 126,0 g PB/kg de NDT) está dentro dos valores propostos para bovinos mestiços criados em regiões tropicais (120,4 g PB/kg de NDT) sugeridos por Pina et al. (2010).

É importante ressaltar a importância do uso da palma forrageira para o rebanho leiteiro em regiões áridas e semi-áridas, uma vez que não houve efeito no desempenho produtivo de vacas alimentadas com a dieta controle (40% de palma, 30% de bagaço de cana e 30% de concentrado) e com 38% de bagaço de cana-de-açúcar (62% concentrado).

A bioeconomia da dieta (Tabela 7) destacou a variação positiva da margem bruta e do ganho de peso corporal, independentemente da dieta utilizada. Rangel et al., (2008)

ênfâtizaram que, na avaliação econômica de vacas leiteiras, quando a variação do peso corporal não é considerada pode ocorrer à superestimação do concentrado. A diferença de peso negativa indica que a mobilização de reservas corporais leva a perdas de desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.

A relação entre a produção de leite e o custo total da alimentação apresentou valores mais altos para a dieta com maior nível de bagaço de cana. No entanto, deve-se considerar a curva de lactação total da vaca, bem como as diferentes fases do ciclo de lactação, quando será necessário o uso de mais concentrado para atender às necessidades de nutrientes dos animais. Outro aspecto importante é a proporção de concentrado da dieta controle (30%), que pode ser comparada à dieta com 46% de bagaço de cana-de-açúcar e 54% de concentrado.

Embora não sendo uma solução imediata, os resultados apresentados pela dieta controle ênfâtizam a importância da palma forrageira para atividade leiteira de pequeno porte em regiões semiáridas. O cultivo de palma não apresenta riscos, produz elevada quantidade de matéria verde por unidade de área e seu uso permite redução dos custos com alimentos concentrados.

CONCLUSÕES

A inclusão de bagaço de cana-de-açúcar na dieta de vacas leiteiras mestiças reduz a produção de leite. No entanto, o bagaço de cana pode ser utilizado, associado a alimentos concentrados, sendo o nível de inclusão dependente do desempenho esperado.

REFERÊNCIAS

Adewuyi, A.A., Gruys, E. and van Eerdenburg, F.J.C.M. 2005 Non esterified fatty acids (NEFA) in dairy cattle. A review, *Veterinary Quarterly*, **27**:3, 117-126.

Ahmed, M.H., Babiker, S.A., Fadel Elseed, A.E.M.A. and Mohammed, A.M. 2013. Effect of urea-treatment on nutritive value of sugarcane bagasse. *ARPN Journal of Science and Technology*, **3**: 839-843.

Ahmed, M.H. and Babiker, S.A., 2015. Effect of feeding urea-treated sugar-cane bagasse on properties and quality of fresh meat of Sudan Baggara Zebu bulls. *International Journal Animal Biology*, **1**: 45-49.

Association of Official Analytical Chemists, 2000. In: *Official Methods of Analysis of AOAC International 17th ed.* Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 937.

Ben Salem, H., 2010. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **39**: 337-347.

Chen, X.B. and Gomes, M.J. 1992. *Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – An overview of the technical details.* Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen, UK.

Chizzotti, M.L., Valadares Filho, S. de C., Valadares, R.F.D., Chizzotti, F.H.M. and Tedeschi, L.O. 2008. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. *Livestock Science*, **113**: 218–225.

Detmann, E. and Valadares Filho, S.C. 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, **62**: 980-984.

FAO, 2004. *Carbon sequestration in dryland soils.* No. 102, World Soil Resources Reports, Rome.

Ferreira, M.A., Silva, R.R., Ramos, A.O., Vêras, A.S.C., Melo, A.A.S. and Guimarães, A.V. 2009. Síntese de proteína microbiana e concentrações de ureia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **38**: 159-165.

Ferreira, M.A., Bispo, S.V., Rocha Filho, R.R., Urbano, S.A. and Costa, C.T.F., 2012. The use of cactus as forage for dairy cows in semi-arid regions of Brazil. In: “*Organic Farming and Food Production*”. Petr Konvalina. (Org.): InTech, South Bohemia, PP.1-22.

González, F.H.D. 2000. *Uso de perfil metabólico no diagnóstico de doenças metabólico-nutricionais*. In: González, F. H. D., Barcellos, J. O., Ospina, H., Ribeiro, L. A.O. (Eds.) Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Hofsetz, K. and Silva, M.A. 2012. Brazilian sugarcane bagasse: Energy and non-energy consumption. *Biomass Bioenergy*, **46**: 564-573.

Koohafkan, P. and Stewart, B.A., 2008. *Water and cereals in drylands*. The Food and Agriculture Organization of the United Nations and Earthscan. London, VA.

ISO 9622/IDF 141C, 2013. *Determination of milk fat, protein and lactose content: Guidance on the operation of mid-infrared instruments*. Bruxelles, Belgic.

Licitra, G., Hernandez, T.M. and Van Soest, P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science of Technology*, **57**: 347-358.

Martin, P. and Bateson, P., 2007. *Measuring behavior: an introductory guide*, 3rdEdition, Cambridge, Cambridge, UK.

Mertens, D.R., 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, **8**: 1463-1481.

Mertens, D.R., 2002. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, **85**: 1217-1240.

Mortimore, M., Anderson, S., Cotula, L., Davies, J., Faccer, K., Hesse, C., Morton, J., Nyangena, W., Skinner, J. and C. Wolfangel, 2009. *Dryland Opportunities: A new paradigm for people, ecosystems and development*, IUCN, Gland, Switzerland; IIED, London, UK and UNDP, New York, USA.

NRC, 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*, 7th Edition, National Research Council. Academy Press, Washington, DC.

Pina, D.S.; Valadares, R.F.D.; Valadares Filho, S.C. and Chizzotti, M.L. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. In: Valadares Filho, S.C., Marcondes, M.I., Chizzotti, M.L. and Paulino, P.V.R. (Eds.) 2010. *Nutrient Requirements of Zebu Beef Cattle - BR-Corte*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brazil, PP.13-46.

Rangel, A.H.N., Campos, J.M.S., Brito, A.F., Braga, A.P., Lima, R.N. 2008. Análise econômica da alimentação de vacas leiteiras com cana-de-açúcar corrigida com farelo de soja ou uréia. *Revista Caatinga*, **21**: 73-75.

Sklan, D., Ashkenazi, R. and Braun, A. 1992. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. *Journal of Dairy Science*, **75**: 2463-2472.

Valente, T.N.P., Detmann, E. and Sampaio, C.B. 2015. Review: Recent advances in evaluation of bags made from different textiles used in situ ruminal degradation. *Canadian Journal of Animal Science*. **95**: 493-498.

Weiss, W.P., 1999 Energy prediction equations for ruminant feeds. *Proceedings of Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers*, Cornell University, Ithaca, Brazil.

CAPÍTULO 3

Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar como volumoso alternativo à palma forrageira no semiárido brasileiro

Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar como volumoso alternativo à palma forrageira no semiárido brasileiro

RESUMO

Objetivo-se avaliar o perfil de ácidos graxos e índices de qualidade nutricional da gordura do leite de vacas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar como volumoso alternativo à palma forrageira na região semiárida do nordeste brasileiro. Dez vacas multíparas da raça Girolando, em delineamento Quadrado Latino 5 x 5, receberam dietas com diferentes níveis de inclusão de bagaço de cana-de-açúcar [30, 38, 46 e 54% da matéria seca (MS)] e uma dieta controle contendo palma forrageira e bagaço de cana-de-açúcar como fontes de volumoso. Utilizou-se análise de regressão para a avaliação dos efeitos dos níveis de inclusão de bagaço de cana-de-açúcar, e análise de variância para comparação destas dietas com a dieta controle. Não houve efeito das dietas sobre o teor de gordura do leite. A concentração dos ácidos graxos C18:0, C18:1 *trans*-11 e CLA *cis*-9 *trans*-11 apresentaram comportamento quadrático e a dieta com 54% de bagaço de cana e a dieta controle proporcionaram a maior concentração do CLA *cis*-9 *trans*-11. Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade apresentaram comportamento quadrático; e as relações de ácidos graxos ômega 6:ômega 3 e hipo:hipercolesterêmicos diminuíram linearmente com a inclusão de bagaço de cana-de-açúcar. Em conclusão, a utilização da dieta com 30% de bagaço de cana-de-açúcar e 70% de concentrado indica potencial para a produção de leite com gordura de melhor qualidade nutricional.

Palavras-chave: Alimentação alternativa, gordura do leite, qualidade nutricional da gordura.

Milk fatty acids profile of cows fed sugarcane bagasse as an alternative roughage source to spineless cactus in the Brazilian semiarid region

ABSTRACT

It was aimed to evaluate the fatty acid profile and nutritional quality indexes of milk fat of dairy cows fed sugarcane bagasse as alternative roughage for spineless cactus in

Brazilian Northeast semiarid region. Ten *Girolando* lactating cows were assigned in two 5×5 Latin squares design and fed five different diets: four increasing levels of sugarcane bagasse [30, 38, 46, and 54% of dry matter (DM)] and the control diet, based on spineless cactus and sugarcane bagasse as roughage sources. Regression analysis was used to evaluate the effects of sugarcane bagasse inclusion levels and analysis of variance for comparison of these diets with the control diet. There was no effect of the diets on milk fat content. The C18:0, C18:1 *trans*-11, and CLA *cis*-9 *trans*-11 showed quadratic behavior and diets with 54% of sugarcane and control diet promoted the highest CLA *cis*-9 *trans*-11 concentration. The atherogenicity and the thrombogenicity index showed quadratic behavior; the omega 6:omega 3 and hypo:hypercholesterolemic fatty acids ratios decreased linearly with sugarcane bagasse inclusion. In conclusion, the utilization of diet with 30% sugarcane bagasse and 70% concentrate indicates a potential for production of milk with fat of better nutritional quality.

Keywords: Alternative feedstuff, fat nutritional quality, milk fat.

INTRODUÇÃO

A irregularidade de distribuição pluviométrica nas regiões semiáridas influencia diretamente a produção de forragens e, conseqüentemente, a produção animal. No semiárido brasileiro, a palma forrageira é a principal opção de alimento volumoso para o rebanho leiteiro (Ferreira et al., 2009), devido a sua adaptabilidade à regiões de clima quente e seco, com considerável produção de biomassa e características nutricionais desejáveis. Entretanto, um inseto-praga, conhecido como cochonilha do carmim, tem comprometido a produtividade de milhares de hectares de palma, desafiando os produtores a buscarem volumosos alternativos.

Devido às dificuldades de produção de volumosos na região, decorrentes das restrições físico-químicas dos solos, de recursos hídricos ou climáticos, as alternativas para substituição da palma forrageira são limitadas. Com isso, o bagaço de cana-de-açúcar tornou-se um ingrediente frequentemente utilizado na dietas dos rebanhos leiteiros, principalmente por ser um resíduo gerado em grandes quantidades pela indústria sucroalcooleira e, também, pela sua disponibilidade coincidir com o período de escassez de alimentos volumosos.

Contudo, o bagaço de cana possui baixo valor nutritivo, apresentando fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) acima de 80% e teor de proteína bruta em torno de 1,5%, o que torna necessária a inclusão de elevados níveis de concentrado nas dietas para atendimento das exigências nutricionais dos animais.

A inclusão de ingredientes como milho e farelo de soja na dieta de vacas, altera o padrão de fermentação ruminal, com aumento da relação propionato:acetato, (Han et al., 2014) e mudanças nas rotas de bio-hidrogenação ruminal, o que pode resultar em modificações no perfil de ácidos graxos (AG) do leite (Jenkins et al., 2008).

Alterações no perfil de AG de leite em resposta a diferentes dietas têm sido objeto de inúmeros estudos, uma vez que a gordura do leite de ruminantes contém compostos bioativos com efeitos potencialmente benéficos à saúde humana e, além disso, determinadas dietas podem induzir a formação ruminal de AG específicos (ex.: CLA *trans*-10 *cis*-12) que inibem a lipogênese mamária, com consequente redução do teor de gordura do leite (Lock e Bauman, 2004).

Assim, o objetivo-se com este estudo, avaliar o perfil de ácidos graxos e índices de qualidade nutricional da gordura do leite de vacas alimentadas com dietas contendo bagaço de cana-de-açúcar como volumoso alternativo à palma forrageira no semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos deste trabalho foram conduzidos de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e aprovadas pelo Comitê de Ética em Uso de Animais para Pesquisa (CEUA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (licença nº 033/2014).

O experimento foi conduzido na Fazenda Roçadinho, localizada no município de Capoeiras, mesorregião do Agreste pernambucano, Pernambuco.

Foram utilizadas 10 vacas multíparas Girolando ($110 \pm 18,9$ dias de lactação e $600 \pm 34,3$ kg de peso corporal), distribuídas em dois Quadrados Latinos 5 x 5. A pré-adaptação dos animais ao manejo e às instalações teve duração de 15 dias, seguida de um período experimental de 105 dias, dividido em cinco períodos de 21 dias cada, sendo os primeiros 14 dias para adaptação dos animais às dietas experimentais e os sete dias restantes para coleta de dados e amostras.

As dietas experimentais foram isonitrogenadas, formuladas com base na composição dos ingredientes (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química (g/kg MS) dos ingredientes usados nas dietas experimentais.

Itens (g/kg de MS)	Ingredientes			
	Bagaço de cana-de-açúcar	Palma miúda	Milho moído	Farelo de soja
Matéria seca ^a	502,4	251,5	899,4	900,9
Matéria mineral	48,7	80,2	15,3	67,7
Matéria orgânica	951,3	919,8	984,7	932,3
Proteína bruta	15,2	41,0	89,0	471,0
Extrato etéreo	9,5	13,9	54,1	18,7
FDNcp ¹	830,7	279,0	76,8	92,8
FDNi	381,9	50,7	25,8	18,9
Lignina	124,4	49,4	13,0	14,9
Carboidratos totais	926,1	866,2	841,8	444,5
Carboidratos não fibrosos	95,3	589,2	764,9	351,6
Ácidos graxos (g/100g de AG totais)				
C10:0	1,75	-	-	-
C12:0	1,42	1,22	0,02	0,13
C14:0	1,50	3,04	0,09	0,27
C16:0	30,10	26,97	18,18	21,83
C16:1	1,98	-	-	-
C18:0	5,72	3,47	1,42	2,40
C17:0	1,17	-	-	-
C18:1 <i>cis</i> -9	23,69	6,59	26,44	12,19
C18:1 <i>cis</i> -11	-	-	0,847	1,493
C18:2 n-6	15,88	29,26	50,66	56,97
C18:3 n-3	0,10	16,50	1,80	4,48
C20:0	-	0,54	0,25	0,80
C22:0	-	0,54	0,17	0,11
C24:0	-	0,65	0,09	0,05

^ag/kg de alimento; FDNcp = Fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; FDNi = Fibra em detergente neutro indigestível.

Foram utilizadas quatro dietas com diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar (30, 38, 46 e 54% da matéria seca) e uma dieta controle, contendo bagaço de cana-de-açúcar e palma forrageira como fontes de volumoso (Tabela 2). A dieta controle, comumente utilizada em regiões semiáridas, foi baseada na recomendação de

Ferreira et al. (2009) para atendimento das exigências nutricionais de vacas com produção média de 20 kg de leite/dia e 3,5% de gordura (NRC, 2001).

Tabela 2. Proporção dos ingredientes, composição química e perfil de AG das dietas experimentais.

Item	Controle	Níveis de bagaço de cana (% da MS)			
		30	38	46	54
Ingredientes (g/kg MS)					
Bagaço de cana	300,0	300,0	380,0	460,0	540,0
Palma forrageira	400,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Milho moído	75,0	493,0	410,5	328,0	245,5
Farelo de soja	185,0	173,0	173,0	173,0	173,0
Ureia + Sulfato de amônia ¹	10,0	4,0	6,5	9,0	11,5
Sal comum	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Bicarbonato de sódio	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Minerais ²	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Composição química (g/kg MS)					
Matéria seca (g/kg MN)	394,4	719,0	685,1	654,3	626,1
Matéria orgânica	899,7	932,2	927,1	921,9	916,8
Proteína bruta	141,9	145,3	146,3	147,5	148,9
Extrato etéreo	15,6	32,5	28,9	25,2	21,5
Fibra em detergente neutro cp ³	372,8	281,4	344,9	404,8	462,5
Carboidratos totais	783,2	793,1	793,7	794,2	794,8
Carboidratos não fibrosos	353,8	439,6	381,5	323,3	265,5
Nutrientes digestíveis totais	692,6	698,3	663,4	662,1	651,7
Perfil de AG (g/100g de AG totais)					
C10:0	0,53	0,53	0,66	0,80	0,95
C12:0	0,94	0,46	0,57	0,68	0,80
C14:0	1,72	0,54	0,65	0,77	0,88
C16:0	25,22	21,77	22,69	23,59	24,50
C16:1	0,59	0,59	0,75	0,91	1,07
C18:0	0,53	0,53	0,67	0,81	0,96
C17:0	3,66	2,83	3,17	3,51	3,85
C18:1 <i>cis</i> -9	13,98	22,25	21,98	21,68	21,41
C18:1 <i>cis</i> -11	0,34	0,67	0,61	0,54	0,47
C18:2 n-6	30,81	39,59	36,71	33,78	30,89
C18:3 n-3	7,59	1,70	1,56	1,41	1,27
C20:0	0,25	0,14	0,12	0,09	0,07
C22:0	0,25	0,11	0,09	0,08	0,06
C24:0	0,28	0,05	0,05	0,04	0,03

¹Proporção de 9:1, base da matéria natural; ²Componentes da mistura mineral: Fosfato bicálcico; calcário; sal comum; flor de enxofre; sulfato de zinco; sulfato de cobre; sulfato de manganês; iodato de potássio; selenito de sódio; ³Corrigido para cinzas e proteínas; AG = Ácidos graxos.

As dietas foram fornecidas *ad libitum* na forma de mistura total, em duas refeições diárias, às 7:00h e 16:00h, permitindo-se entre 5 e 10% de sobras. As sobras foram pesadas diariamente antes da refeição matinal para a obtenção do consumo de alimentos do dia anterior e ajustes na quantidade fornecida. As vacas foram alojadas em baias individuais semicobertas com 16 m² cada, providas de bebedouros automáticos e comedouros.

Durante o período de coleta, amostras dos ingredientes e das sobras foram obtidas e congeladas à -18°C. Posteriormente, as amostras dos ingredientes destinadas às análises do perfil de AG foram liofilizadas e analisadas por cromatografia gasosa, conforme procedimentos descritos por Ribeiro et al. (2014). Esta análise foi realizada no Laboratório de Cromatografia da Embrapa Gado de Leite (Juiz de Fora, MG), utilizando o cromatógrafo 6890N equipado com coluna capilar (25 m x 0,20 mm x 0,33 µm) de polietilenoglicol (HP-FFAP, *Agilent Technologies Inc., EUA*) e detector de ionização de chama (FID).

As amostras utilizadas para determinação bromatológica foram descongeladas, pré-secas em estufa de ventilação forçada (60°C/72h), moídas (1 mm) e avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS; método 934.01), matéria orgânica (MO; método 930.05), proteína bruta (PB; método 968.06) e extrato etéreo (EE; método 920.39) de acordo com metodologia descrita por AOAC. (2000). A análise de FDN seguiu o método descrito por Mertens (2002), utilizando alfa-amilase termoestável, sem utilização de sulfito de sódio e corrigida para as cinzas residuais. O FDN também foi corrigido quanto ao teor de compostos nitrogenados utilizando o método descrito por Licitra et al. (1996). Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados segundo equação proposta por Detmann e Valadares Filho (2010).

No 15º dia, quatro horas após a alimentação matinal, foram coletadas amostras de sangue por venopunção coccígea, em tubos sem anticoagulante, centrifugadas (3.500 rpm por 15 minutos) e congeladas (-18°C) para determinação da concentração de β-hidroxibutirato (BHBA) por colorimetria, utilizando-se kits comerciais (Randox®).

As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia (4:00h e 16:00h), sendo registrada a produção de leite durante os sete dias de cada período de coleta. Por meio de dispositivo acoplado à ordenhadeira, foram coletadas amostras individuais de leite nos dois turnos, no 19º e 20º dia de cada período experimental, sendo obtidas duas

amostras compostas por animal em cada período.

As amostras de leite destinadas à determinação do perfil de AG do leite foram coletadas sem adição de conservante e congeladas (-18°C). As análises foram realizadas por cromatografia gasosa no Laboratório de Cromatografia da Embrapa Gado de Leite (Juiz de Fora, Minas Gerais), utilizando-se cromatógrafo modelo 7820A (*Agilent Technologies Inc., EUA*) equipado com coluna capilar de sílica fundida (CP-Sil 88, 100 m x 0,25 mm x 0,2 μm , *Varian Inc., EUA*) e detector de ionização de chama (FID), de acordo com os procedimentos descritos por Ribeiro et al. (2014).

Com base no perfil de ácidos graxos do leite, foram calculados os índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT), conforme descrito por Barros et al. (2013); e as relações entre AG ômega 6 e ômega 3 ($\omega\text{-6}:\omega\text{-3}$) e entre AG hipo e hipercolesterolêmicos (h/H) conforme descrito por Ribeiro et al. (2014). Estes índices têm sido utilizados como indicadores da qualidade nutricional da gordura do leite.

Os índices de SCD-1 foram calculados para quatro pares de ácidos graxos, expressando cada produto como uma proporção do precursor mais produto: $\text{SCD}_{14} = \text{C14:1 } cis\text{-9/14:0} + \text{C14:1 } cis\text{-9}$; $\text{SCD}_{16} = \text{C16:1 } cis\text{-9/16:0} + \text{C16:1 } cis\text{-9}$; $\text{SCD}_{18} = \text{C18:1 } cis\text{-9/18:0} + \text{C18:1 } cis\text{-9}$; e $\text{SCD}_{\text{RA}} = \text{CLA } cis\text{-9 } trans\text{-11/C18:1 } trans\text{-11} + \text{CLA } cis\text{-9 } trans\text{-11}$ (Kelsey et al., 2003).

As demais amostras de leite coletadas foram acondicionadas em recipiente plástico com o conservante Bronopol[®] (2-bromo-2-nitro-1,3-propanodiol) (*D&F Control System Inc., EUA*) e utilizadas para determinação dos teores de gordura de acordo com metodologia do ISO 9622/IDF 141C (2013). A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLCG) foi calculada utilizando-se a equação proposta por Sklan et al. (1992)

Todas as variáveis do experimento foram analisadas segundo o modelo estatístico: $\hat{Y}_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + (P/Q)_{ik} + (A/Q)_{il} + e_{ijkl}$, sendo: \hat{Y}_{ijkl} = observação no animal 1, no período k, submetido ao nível de inclusão j, no quadrado latino i; μ = constante geral; Q_i = efeito do quadrado latino i, sendo $i = 1$ e 2 ; T_j = efeito do tratamento j, sendo $j = 1, 2, 3, 4$ e 5 ; $(P/Q)_{ik}$ = efeito do período k, dentro do quadrado latino i, sendo $k = 1, 2, 3, 4$ e 5 ; $(A/Q)_{il}$ = efeito do animal 1, dentro do quadrado latino i, sendo $l = 1, 2, 3, 4$ e 5 ; e e_{ijkl} = erro aleatório, associado a cada observação.

Os procedimentos estatísticos foram conduzidos utilizando-se o PROC GLM e

PROC REG (*Statistical Analysis System*, versão 9.4), para as análises de variância e regressão, respectivamente. Para comparação do tratamento controle com os diferentes níveis de inclusão de bagaço de cana, utilizou-se o teste de *Dunnnett* ao nível de 5% de probabilidade para erro tipo I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dieta controle proporcionou produção de 19,88 kg de leite/dia com 3,5% de gordura. A inclusão de bagaço nas dietas reduziu linearmente a produção de leite (Tabela 3), fato relacionado à redução no consumo de MS e, conseqüentemente, de nutrientes. A redução do consumo se deve aos elevados teores de FDN das dietas com maiores níveis de bagaço, contribuindo para um maior tempo de retenção da digesta no rúmen e, conseqüentemente, redução do consumo de MS.

A produção de leite proporcionada pela dieta controle foi igual a produção observada para a dieta com 38% de bagaço, o que demonstra o potencial da palma forrageira como ingrediente de rações no semiárido.

Tabela 3. Consumo de nutrientes, desempenho produtivo e concentração plasmática de β -hidroxibutirato em vacas leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar.

Item	Cont	Níveis de bagaço de cana (%)				EPM	Valor de P	
		30	38	46	54		L	Q
Consumo								
Matéria seca (kg/dia)	18,32	18,30	17,77	16,13*	13,90*	0,505	<0,01	0,069
Extrato etéreo (kg/dia)	0,30	0,62*	0,54*	0,43*	0,32*	0,014	<0,01	0,063
Carboidratos não fibrosos (kg/dia)	7,21	8,80*	7,51	5,93*	4,35*	0,201	<0,01	0,088
FDNcp (kg/dia)	6,83	5,15*	6,13*	6,53	6,43	0,214	<0,01	0,003
Desempenho								
Produção de leite (kg/dia)	19,72	22,36*	20,58	18,46*	16,38*	0,741	<0,01	0,661
PLCG (3,5%) (kg/dia)	19,88	22,70*	21,41*	19,35*	16,48*	1,025	<0,01	0,141
Gordura (g/100g)	3,56	3,61	3,77	3,78	3,54	0,188	0,707	0,086
BHBA no plasma (mmol/L)	0,64	0,51*	0,55*	0,58*	0,52*	0,037	0,478	0,037

Cont = Controle; EPM = Erro padrão da média; FDNcp = de fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas; PL = produção de leite; PLCG = produção de leite corrigida para 3,5% de gordura; BHBA = β -hidroxibutirato ; L = Efeito linear nos níveis de inclusão de bagaço de cana; Q = Efeito quadrático nos níveis de inclusão de bagaço de cana; * = Significância para o teste de *Dunnnett* ao nível de 5% de probabilidade.

Não houve efeito das dietas sobre o teor de gordura do leite (Tabela 3). Mesmo que algumas dietas tenham apresentado elevados teores de amido (70% e 62% de concentrado), a redução de fibra da dieta não causou impacto negativo sobre os teores de gordura do leite, provavelmente pela manutenção do pH proporcionado pela fibra do

bagaço de cana. A elevada concentração de alguns AG do leite está associada à redução do teor de gordura total do leite, como é o caso do AG C18:1 *trans*-10 (Griinari et al., 1998). No presente trabalho, a concentração desse ácido apresentou redução linear com a inclusão de bagaço (Tabela 4). Este resultado demonstra como ainda existem pontos a serem esclarecidos em relação à manipulação dietética sobre o perfil lipídico dos produtos de ruminantes.

Houve redução linear nas concentrações dos AG C5:0, C7:0 e C9:0 com a inclusão de bagaço (Tabela 4). Praticamente 100% dos AG de cadeia curta são derivados da síntese *de novo*, sendo o acetato e o BHBA suas principais fontes de carbono (Shingfield et al., 2013).

Verificou-se comportamento quadrático para as concentrações dos AG saturados de cadeia curta com número par de carbonos, C6:0, C8:0 e C10:0 ($\hat{Y} = 0,482995 + 0,086707x - 0,001007x^2$, $r^2 = 0,9989$; $\hat{Y} = 0,441058 + 0,051786x - 0,000665x^2$, $r^2 = 0,9637$; $\hat{Y} = 0,510313 + 0,163892x - 0,002177x^2$, $r^2 = 0,9049$; respectivamente) (Tabela 4). As concentrações máximas estimadas foram de 2,35; 1,45; e 3,59g/100g de AG totais com 43,0%; 38,9%; e 37,6% de bagaço de cana na dieta, respectivamente.

Silva et al. (2015) trabalhando com proporções de bagaço de cana:concentrado que variaram de 20:80 a 60:40 para ovinos, não verificaram diferença na concentração de acetato no rúmen, mesmo nos níveis mais elevados de concentrado. O menor valor de pH observado por esses autores foi de 6,0, ou seja, suficiente para manutenção da atividade dos micro-organismos fibrolíticos. A extrapolação dos resultados de Silva et al. (2015) para bovinos, indica que a concentração de acetato não foi prejudicada pelos altos teores de concentrado.

A concentração plasmática de BHBA das vacas apresentou comportamento quadrático ($\hat{Y} = -0,1223 + 0,0320x - 0,0003x^2$, $r^2 = 0,9174$) (Tabela 3), com concentração máxima estimada de 0,56 mmol/L com 43,1% de bagaço de cana na dieta, ou seja, próximo aos valores estimados para as concentrações dos AG saturados C6:0, C8:0 e C10:0, indicando que este substrato proporcionou maior síntese *de novo*. De forma geral, a dieta composta por 54% de bagaço apresentou a menor concentração de AG saturados de cadeia curta, sendo considerada a mais eficaz em reduzir o teor desses ácidos, apesar da diferença observada ser pequena.

A concentração do AG C12:0 apresentou comportamento quadrático ($\hat{Y} = 1,117692 + 0,177460x - 0,002404x^2$, $r^2 = 0,9960$), com concentração máxima estimada de 4,393g/100g de AG totais com 36,9% de bagaço de cana-de-açúcar na dieta. O teor do AG C14:0 manteve-se constante e houve incremento linear na concentração do AG C16:0. A concentração total desses AG saturados com número par de carbonos de cadeia média (C12:0, C14:0 e C16:0), apresentou incremento linear com a inclusão de bagaço de cana-de-açúcar. O comportamento desse somatório deveu-se a concentração do AG C16:0, que foi o que mais contribuiu com esse resultado.

A dieta controle apresentou maior concentração do AG C16:0 e total de AG saturados de cadeia média dentre as dietas avaliadas (Tabela 4). A síntese *de novo* é responsável por 50% da concentração do AG C16:0 (Shingfield et al., 2013). Portanto, a maior concentração plasmática de BHBA (Tabela 3) e acetato nos animais alimentados com dietas contendo palma forrageira (Siqueira et al., 2017) em detrimento as dietas baseadas em bagaço de cana-de-açúcar e concentrado (Silva et al., 2015), contribuiu para uma maior síntese *de novo* de AG na glândula mamária e favoreceu a secreção do AG C16:0 no leite. O menor teor de EE da dieta controle (15,6 g/kg de MS) (Tabela 2) também pode ter beneficiado a abundância de mRNAs e a atividade de algumas enzimas relacionadas a síntese *de novo*, como a Acetil-CoA carboxilase e a AG sintetase (Jayan, 1998).

Algumas recomendações dietéticas errôneas tem atribuído a idéia de que o consumo de produtos de origem láctea, particularmente os ricos em gordura, podem levar a doenças cardiovasculares (German et al., 2009). Porém, trabalhos mais recentes contradizem a afirmação de que esses produtos podem elevar a concentração de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) no sangue e o risco de doenças coronarianas (Markiewicz-Keszycka et al., 2013). Atualmente, acredita-se que o aumento da concentração do LDL é atribuída aos AG C12:0, C14:0 e C16:0, no entanto outros AG saturados do leite neutralizam seu efeito, uma vez que aumentam o nível de lipoproteínas de alta densidade (HDL) (Parodi, 2009; Mensink et al., 2003).

Não houve diferença no total de AG de cadeia ímpar linear (AGCIL) com a inclusão de bagaço de cana nas dietas (Tabela 4).

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos do leite (g/100g de AG totais) de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar.

Ácidos graxos (AG)	Cont	Níveis de bagaço de cana (%)				EPM	Valor de P	
		30	38	46	54		L	Q
4:0	3,370	3,300	3,346	3,517	3,378	0,040	0,274	0,264
5:0	0,021	0,026*	0,019	0,016*	0,014*	0,001	<0,01	0,058
6:0	2,210	2,179	2,321	2,344*	2,228	0,027	0,307	<0,01
7:0	0,024	0,032*	0,022	0,017*	0,014*	0,001	<0,01	0,065
8:0	1,312	1,401*	1,433*	1,430*	1,292	0,027	<0,01	<0,01
9:0	0,033	0,047*	0,031	0,024*	0,018	0,002	<0,01	0,069
10:0	3,210	3,436*	3,689*	3,346	3,043	0,050	<0,01	<0,01
10:1 <i>cis</i> -9	0,328	0,282	0,302	0,311	0,302	0,006	0,138	0,185
11:0	0,101	0,115	0,089	0,078*	0,067*	0,004	<0,01	0,140
12:0	4,154	4,269	4,412	4,170	3,697*	0,057	<0,01	<0,01
12:1 <i>cis</i> -9 + 13:0	0,253	0,276	0,224	0,209*	0,192*	0,008	<0,01	0,063
14:0	12,702	12,301	12,468	12,482	12,233	0,121	0,062	0,081
14:0 <i>iso</i>	0,144	0,122	0,196*	0,214*	0,224*	0,008	<0,01	0,192
14:1 <i>cis</i> -9	1,130	1,011*	0,962*	1,058*	1,120*	0,045	0,014	0,134
15:0	1,473	1,221*	1,182*	1,136*	1,221*	0,025	0,721	0,045
15:0 <i>iso</i>	0,386	0,298*	0,356	0,458*	0,489*	0,015	<0,01	0,371
15:0 <i>anteiso</i>	0,758	0,535*	0,668	0,692	0,779	0,019	<0,01	0,097
16:0	38,961	27,610*	28,962*	30,835*	31,814*	0,676	<0,01	0,723
16:0 <i>iso</i>	0,267	0,245	0,340*	0,372*	0,363*	0,013	<0,01	0,037
16:1 <i>trans</i> -12	0,158	0,167	0,143	0,140	0,163	0,004	0,674	<0,01
16:1 <i>trans</i> -9 + 17:0 <i>iso</i>	0,578	0,440*	0,418*	0,496*	0,528	0,014	<0,01	0,226
16:1 <i>cis</i> -9 + 17:0 <i>anteiso</i>	2,493	1,529*	1,478*	1,664*	1,807*	0,060	<0,01	0,038
∑ 12:0+14:0+16:0	55,812	43,783*	45,171*	47,220*	47,562*	0,762	<0,01	0,421
17:0	0,822	0,630*	0,645*	0,654*	0,710*	0,016	<0,01	<0,01
17:1 <i>cis</i> -9	0,250	0,154*	0,141*	0,150*	0,190*	0,007	<0,01	<0,01
∑ AGCIL ¹	3,167	2,618*	2,487*	2,410*	2,561*	0,055	0,214	<0,01
∑ AGCIR ²	4,311	3,451*	3,511*	3,560*	3,830*	0,064	<0,01	0,069
18:0	4,650	10,259*	10,659*	9,659*	8,841*	0,360	<0,01	0,027
18:0 <i>iso</i>	0,522	0,040*	0,042*	0,049	0,052	0,002	<0,01	0,840
18:1 <i>trans</i> -4	0,014	0,029*	0,027*	0,022*	0,021*	0,001	<0,01	0,987
18:1 <i>trans</i> -5	0,015	0,022*	0,022*	0,019	0,015	0,001	0,024	0,271
18:1 <i>trans</i> -6 <i>trans</i> -8	0,122	0,226*	0,188*	0,173*	0,155*	0,007	<0,01	0,127
18:1 <i>trans</i> -9	0,125	0,190*	0,167*	0,144	0,137	0,006	<0,01	0,143
18:1 <i>trans</i> -10	0,159	0,320*	0,235	0,215	0,148	0,015	<0,01	0,705
18:1 <i>trans</i> -11	0,965	0,795*	0,782*	0,780*	0,961	0,025	<0,01	<0,01
18:1 <i>trans</i> -12	0,117	0,245*	0,196*	0,161*	0,126	0,010	<0,01	0,528
18:1 <i>trans</i> -13 e <i>trans</i> -14	0,197	0,256*	0,210	0,210	0,186	0,008	<0,01	0,505
18:1 <i>trans</i> -16	0,102	0,234*	0,196*	0,152*	0,117	0,009	<0,01	0,853
18:1 <i>cis</i> -9	12,281	19,570*	17,851*	16,850*	16,810*	0,467	<0,01	0,055
18:1 <i>cis</i> -11	0,727	1,076*	0,904*	0,772*	0,849*	0,026	<0,01	<0,01
18:1 <i>cis</i> -12	0,136	0,249*	0,216*	0,187*	0,159	0,008	<0,01	0,788
18:1 <i>cis</i> -13	0,060	0,079*	0,061	0,059	0,064	0,002	<0,01	<0,01
18:1 <i>cis</i> -15 + 19:0	0,103	0,095	0,107	0,102	0,107	0,003	0,235	0,613
18:2 <i>trans</i> -9 <i>trans</i> -12	0,013	0,012	0,012	0,012	0,013	0,000	0,483	0,903
18:2 <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -12	0,020	0,037*	0,025	0,019	0,016	0,002	<0,01	0,116
18:2 <i>trans</i> -9 <i>cis</i> -12	0,020	0,025	0,021	0,017	0,020	0,001	0,042	0,088
18:2 n-6	1,403	2,106*	1,748*	1,417	1,265	0,058	<0,01	0,210
∑ 18:2 ³	1,456	2,180*	1,806*	1,466	1,314	0,059	<0,01	0,081
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	0,594	0,485*	0,434*	0,447*	0,551	0,018	0,036	<0,01
CLA <i>trans</i> -9 <i>cis</i> -11	0,026	0,025	0,020*	0,021*	0,023	0,001	0,481	0,020
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,005	0,008*	0,005	0,003	0,004	0,000	<0,01	0,018
18:3 n-6	0,025	0,025	0,025	0,025	0,026	0,001	0,347	0,785
18:3 n-3	0,165	0,147*	0,130*	0,120*	0,120*	0,004	<0,01	0,230

Continuação...

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos do leite (g/100g de AG totais) de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar.

Ácidos graxos (AG)	Níveis de bagaço de cana (%)					EPM	Valor de P	
	Cont	30	38	46	54		L	Q
20:0	0,085	0,146*	0,154*	0,147*	0,145*	0,004	0,546	0,221
20:2 n-6	0,036	0,033*	0,030*	0,030*	0,032*	0,001	0,547	<0,01
20:3 n-6	0,108	0,117	0,111	0,106	0,100	0,004	0,014	0,932
20:4 n-6	0,174	0,166	0,153*	0,147*	0,171	0,005	0,695	<0,01
20:5 n-3	0,014	0,012*	0,012*	0,012*	0,013	0,001	0,068	0,182
21:0	0,017	0,015	0,018	0,016	0,017	0,000	0,302	0,197
22:0	0,035	0,035	0,036	0,040*	0,044*	0,001	<0,01	0,311
22:5 n-3	0,037	0,051*	0,042	0,038	0,045*	0,001	0,068	0,182
23:0	0,009	0,008	0,007	0,007	0,008	0,000	0,589	0,234
24:0	0,025	0,019*	0,022	0,025	0,027	0,001	<0,01	0,855
∑ AGMI <i>cis</i> e <i>trans</i> ⁴	20,556	27,246*	24,830*	23,879	24,162	0,480	<0,01	<0,01
∑ AGPI ⁵	2,635	3,244	2,766	2,414*	2,402*	0,072	<0,01	<0,01
∑ <i>trans</i> ⁶	3,230	3,517	3,101	3,035	3,185	0,070	0,012	<0,01
∑ <i>trans</i> , exceto VA-RU ⁷	1,671	2,237*	1,885	1,808	1,672	0,050	<0,01	0,156

Cont = controle; L = Efeito linear nos níveis de inclusão de bagaço de cana; Q = Efeito quadrático nos níveis de inclusão de bagaço de cana; * = Significância para o teste de *Dunnnett* ao nível de 5% de probabilidade; AGCIL = AG de cadeia ímpar linear; AGCIR = AG de cadeia ímpar e ramificada; AGMI = AG monoinsaturados; AGPI = AG poliinsaturados; ∑18:2 = Soma dos AG C18:2, excluindo os isômeros do ácido linoléico conjugado (CLA); ∑ *trans*, exceto VA-RU = Soma dos AG *trans*, exceto C18:1 *trans*-11 (VA) e CLA *cis*-9 *trans*-11 (RU);

¹ = C5:0 + C7:0 + C9:0 + C11:0 + (C12:1 *cis*-9 + C13:0) + C15:0 + C17:0 + C17:1 *cis*-9 + (C18:1 *cis*-15 + C19:0) + C21:0 + C23:0;

² = AGCIL + C15:0 *iso* + C15:0 *anteiso*;

³ = C18:2 *trans*-9 *trans*-12 + C18:2 *cis*-9 *trans*-12 + C18:2 *trans*-9 *cis*-12 + C18:2 n-6;

⁴ = C10:1 *cis*-9 + (C12:1 *cis*-9 + C13:0) + C14:1 *cis*-9 + (C16:1 *trans*-9 + C17:0 *iso*) + C16:1 *trans*-12 + (C16:1 *cis*-9 + C17:0 *anteiso*) + C17:1 *cis*-9 + C18:1 *trans*-4 + C18:1 *trans*-5 + C18:1 *trans*-6 *trans*-8 + C18:1 *trans*-9 + C18:1 *trans*-10 + C18:1 *trans*-11 + C18:1 *trans*-12 + C18:1 *trans*-13 *trans*-14 + C18:1 *trans*-16 + (C18:1 *cis*-5 + C19:0) + C18:1 *cis*-9 + C18:1 *cis*-11 + C18:1 *cis*-12 + C18:1 *cis*-13;

⁵ = C18:2 *trans*-9 *trans*-12 + C18:2 *cis*-9 *trans*-12 + C18:2 *trans*-9 *cis*-12 + C18:2 n-6 + C18:3 n-6 + C18:3 n-3 + CLA *cis*-9 *trans*-11 + CLA *trans*-9 *cis*-11 + CLA *trans*-10 *cis*-12 + C20:2 n-6 + C20:3 n-6 + C20:4 n-6 + C20:5 n-3 + C22:5 n-3;

⁶ = (C16:1 *trans*-9 + C17:0 *iso*) + C16:1 *trans*-12 + C18:1 *trans*-4 + C18:1 *trans*-5 + C18:1 *trans*-6 *trans*-8 + C18:1 *trans*-9 + C18:1 *trans*-10 + C18:1 *trans*-11 + C18:1 *trans*-12 + C18:1 *trans*-13 *trans*-14 + C18:1 *trans*-16 + C18:2 *trans*-9 *trans*-12 + C18:2 *cis*-9 *trans*-12 + C18:2 *trans*-9 *cis*-12 + CLA *cis*-9 *trans*-11 + CLA *trans*-9 *cis*-11 + CLA *trans*-10 *cis*-12;

⁷ = (C16:1 *trans*-9 + C17:0 *iso*) + C16:1 *trans*-12 + C18:1 *trans*-4 + C18:1 *trans*-5 + C18:1 *trans*-6 *trans*-8 + C18:1 *trans*-9 + C18:1 *trans*-10 + C18:1 *trans*-12 + C18:1 *trans*-13 *trans*-14 + C18:1 *trans*-16 + C18:2 *trans*-9 *trans*-12 + C18:2 *cis*-9 *trans*-12 + C18:2 *trans*-9 *cis*-12 + CLA *trans*-9 *cis*-11 + CLA *trans*-10 *cis*-12.

Os AG de cadeia ímpar ramificada (AGCIR) que apresentaram maiores concentrações foram o C15:0, C15:0 *anteiso*, C15:0 *iso* e C17:0, cujos valores são próximos aos reportados por Mourthé et al. (2015), que encontraram média de 0,95; 0,56; 0,35 e 0,48; respectivamente, ao suplementarem vacas com grão de soja tostado, importante fonte de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI). Essa proximidade dos resultados leva a inferir que as dietas com bagaço de cana e concentrado foram eficientes em produzir AG com características desejáveis ao consumo humano. Os

AGCIR são conhecidos por seus efeitos anticarcinogênicos e a sua influência sobre o ponto de fusão da gordura do leite, bem como o seu uso como indicador do consumo de produtos lácteos por humanos (Vlaeminck et al., 2006).

A concentração total dos AGCIR aumentou linearmente com a inclusão de bagaço (Tabela 4). Esses ácidos são constituintes importantes das membranas lipídicas das bactérias ruminais (Fagundes et al., 2012), portanto sua concentração pode servir como indicativo do tipo de microbiota prevalecente no rúmen. De acordo Vlaeminck et al. (2006), bactérias amilolíticas apresentam baixos níveis de ácidos graxos de cadeia ramificada em suas membranas, o que pode ser confirmado pela maior concentração AGCIR nas dietas com maior proporção de bagaço de cana-de-açúcar (Tabela 4).

Por outro lado, bactérias celulolíticas possuem grandes quantidades de AG *iso* em suas membranas (Fagundes et al., 2012). No presente trabalho, houve aumento linear da concentração dos AG C14:0 *iso* e C15:0 *iso* no leite (Tabela 4), quando se elevou a proporção de bagaço nas dietas, indicando maior atividade de microorganismos celulolíticos. A dieta controle proporcionou elevada concentração de AGCIL e AGCIR quando comparadas com as dietas constituídas apenas de bagaço de cana-de-açúcar e concentrado. Fato explicado pelo melhor padrão de fermentação ruminal de dietas com palma forrageira, em detrimento a fontes tradicionais de amido, conforme observado por Conceição et al. (2016), quando utilizou palma forrageira *vs.* concentrados energéticos para bovinos de origem leiteira.

A concentração do AG C18:0 apresentou comportamento quadrático ($\hat{Y} = 4,633363 + 0,332392x - 0,004740x^2$, $r^2 = 0,9326$), com concentração máxima de 10,461g/100g de AG totais com 35% de inclusão de bagaço. A redução do extrato etéreo das dietas com a inclusão do bagaço de cana (Tabela 2) contribuiu para tal resultado, principalmente devido à redução na proporção de milho, que é o componente do concentrado que mais contribui com o aporte de substrato (C18:2 n-6 e C18:3 n-3) para a bio-hidrogenação. Além disso, boa parte dos AGPI presentes na dieta pode ter escapado da bio-hidrogenação ou terem passado pelo processo apenas de forma parcial, reduzindo o teor de esteárico no leite a partir dos 35% de bagaço na dieta. Sabe-se que a bio-hidrogenação pode não ser realizada completamente para todos os AGPI, alguns AG como o C18:2 n-6 e C18:3 n-3, ou ainda outros produtos intermediários, como o ácido

linoleico conjugado (CLA) e o C18:1 *trans*-11 podem chegar ao duodeno e serem absorvidos (Holanda et al., 2011).

A concentração média do AG C18:0 das dietas com bagaço de cana-de-açúcar foi de 9,854 g/100g de AG. Mourthé et al. (2015) trabalhando com grão de soja tostado, observaram concentração média do AG C18:0 de 16,600g/100g de AG totais. Da mesma forma, Lopes et al. (2011) trabalhando com pastagem de tanzânia mais concentrado, observaram concentração de C18:0 no leite de 11,000g/100g de AG totais. Os maiores valores encontrados por estes autores estão relacionados à maior quantidade de substrato para a bio-hidrogenação que é encontrada em forragens verdes frescas e grãos na dieta (Daley et al., 2010; Bauman et al., 2003), diferentemente do observado para as dietas com predominância de bagaço de cana-de-açúcar e concentrado.

A dieta com palma forrageira proporcionou a menor concentração de C18:0 dentre as dietas avaliadas, sendo esse valor, possivelmente relacionado com o menor teor de extrato etéreo presente na dieta controle (Tabela 2), refletindo em menor consumo deste ácido graxo e menor quantidade de AG expostos à bio-hidrogenação. Adiciona-se a este fato, a maior taxa de passagem proporcionada pela palma forrageira na dieta, uma vez que esse ingrediente apresenta alta taxa de degradação, principalmente da MS, favorecendo a maximização da capacidade fermentativa do rúmen, em virtude do elevado teor de CNF (Siqueira et al., 2017).

Os ácidos graxos C18:1 *trans*-11 (vacênico) e CLA *cis*-9 *trans*-11 (rumênico) apresentaram comportamento quadrático ($\hat{Y} = 1,846612 - 0,057533x + 0,000759x^2$, $r^2 = 0,9366$ e $\hat{Y} = 1,392081 - 0,048386x + 0,000607x^2$, $r^2 = 0,9956$, respectivamente) (Tabela 4), com concentração máxima de 0,799 e 0,427g/100g de AG totais com 36,4 e 39,8% de inclusão de bagaço, respectivamente. Esse resultado confirma que 70 a 95% do CLA *cis*-9 *trans*-11 secretado no leite, origina-se do AG C18:1 *trans*-11, por ação da enzima Δ^9 -dessaturase na glândula mamária (Shingfield et al., 2013). Dentre os ingredientes utilizados para compor as dietas, a palma forrageira é o que apresenta maior concentração do AG 18:3 n-3, um dos principais precursores do C18:1 *trans*-11, por este motivo a dieta controle apresentou maior concentração deste ácido, conseqüentemente, o CLA *cis*-9 *trans*-11 também apresentou os melhores resultados.

As concentrações dos AG C18:1 *cis*-9, C18:2 n-6 e C18:3 n-3 foram reduzidas linearmente com a inclusão de bagaço (Tabela 4), o que pode ser explicado pelo menor

consumo de MS e pelos menores teores de extrato etéreo das dietas com maiores proporções de bagaço e, conseqüentemente, menor concentração destes AG na dieta. É provável ainda que as dietas com maiores proporções de concentrado favoreceram a bio-hidrogenação parcial, elevando a formação e disponibilidade desses AG para absorção intestinal e, conseqüentemente, maior obtenção pela glândula mamária (Dhiman et al., 1995; Liu et al., 2008).

Considerando as dietas com maiores níveis de concentrado (70% e 62%), a concentração média dos ácidos AG C18:1 *cis*-9 e C18:2 n-6 foram de 18,710 e 1,927g/100g de AG, respectivamente (Tabela 4). Marín et al. (2017) encontraram concentrações desses mesmos AG de 22,430 e 2,370g/100g de AG, respectivamente, trabalhando com dietas contendo altos níveis de concentrado, pastagem de azevém e silagem de gramíneas. Apesar dos AG C18:1 *cis*-9 e C18:2 n-6 serem os mais abundantes nas dietas avaliadas, o teor de EE total era relativamente baixo (15,6 a 32,5 g/kg MS) (Tabela 2), com isso, não seria de se esperar altas concentrações desses ácidos no leite das vacas. Devido aos altos teores do C18:3 n-3 presentes na palma forrageira (Tabela 2), o leite das vacas alimentadas com a dieta controle apresentou mais que o dobro da concentração verificada por Marín et al. (2017).

A menor concentração de C18:1 *cis*-9 observada para a dieta controle é consistente com o baixo valor de C18:0 observado nesta dieta, já que a maior parte do C18:1 *cis*-9 secretado no leite é oriundo da síntese endógena, via ação da enzima Δ^9 -dessaturase. O C18:1 *cis*-9 é reconhecido por seus benefícios a saúde humana, uma vez que possui capacidade de reduzir a concentração do LDL do colesterol plasmático (FAO, 2010).

O AG C18:3 n-3 é precursor de outros AG do grupo ω -3, que são conhecidos por suas propriedades cardioprotetoras e anti-inflamatórias (Salter, 2013). Assim, torna-se interessante o desenvolvimento de técnicas que incrementem suas concentrações na gordura do leite.

Verificou-se comportamento quadrático para concentração dos CLA *trans*-9 *cis*-11 e CLA *trans*-10 *cis*-12 em resposta às crescentes inclusões de bagaço de cana nas dietas. Ambos são formados pela bio-hidrogenação parcial do C18:2 n-6 (Buccioni et al., 2012), e, normalmente, seus teores estão associados à redução da gordura do leite,

contudo, suas concentrações são muito baixas, o que ainda não permite estabelecer uma relação direta de causa e efeito (Palmquist e Mattos, 2011).

A concentração total dos AG C18:2 apresentou decréscimo linear em resposta à inclusão de bagaço de cana (Tabela 4). As reduzidas concentrações desses ácidos na gordura do leite também podem estar relacionadas com o baixo teor de lipídeos das dietas, que também decresceu com a inclusão de bagaço de cana (Tabela 2).

As maiores concentrações de AGMI e AGPI foram verificadas no leite das vacas alimentadas com as dietas com maior proporção de concentrado (70% e 62%), o que provavelmente favoreceu esse resultado. Nenhuma das dietas testadas alterou a concentração total de AG *trans* no leite.

O fluxo de AG insaturados para o leite também é influenciado pela atividade de algumas enzimas, dentre estas a esteroil-CoA dessaturase ou Δ^9 -dessaturase (SCD-1). Dentre os vários tecidos dos ruminantes que esta enzima pode ser encontrada, o adiposo e o mamário se destacam em relação a sua influência no perfil de ácidos graxos do leite (Ribeiro, 2013).

Uma das funções da Δ^9 -dessaturase é de dessaturação, ou seja, introduzir uma dupla ligação na cadeia carbônica de um AG saturado e, com isso, convertê-lo a monoinsaturados (Ribeiro, 2013). A fim de se inferir sobre a atividade e seletividade de substrato pela enzima Δ^9 -dessaturase na glândula mamária, utiliza-se a relação entre os teores dos AG monoinsaturados *cis-9* e os seus isômeros saturados (Bauman e Lock, 2006).

Dessa forma, a estimativa de atividade da Δ^9 -dessaturase deste trabalho aumentou linearmente com a inclusão de bagaço para o par de SCD₁₄ e apresentou comportamento quadrático para a relação produto:substrato dos pares SCD₁₆ e SCD₁₈ (Tabela 5) ($\hat{Y} = 0,095122 - 0,002234x + 0,000027x^2$, $r^2 = 0,8824$; $\hat{Y} = 0,0979889 - 0,017049x + 0,000205x^2$, $r^2 = 0,9495$; respectivamente), com índices de atividade mínima estimada de 0,049 e 0,625, respectivamente, com níveis de inclusão de aproximadamente 41%.

Esses resultados indicam menor atividade enzimática com este nível de inclusão de bagaço, que por sua vez relaciona-se com a disponibilidade de substrato para esta enzima, que deve ter sido reduzido ou indisponibilizado neste ponto, contribuindo pouco para esta atividade enzimática.

As dietas com palma forrageira contribuíram para uma maior atividade da enzima dos três pares (C14, C16 e C18), demonstrando maior disponibilidade de substrato para sua atividade.

Não foram verificadas diferenças de atividade para o par rumênico:vacênico (SCD_{RA}) nos diferentes níveis de inclusão de bagaço e nem para a dieta controle.

Tabela 5. Índices de atividade da enzima estearoil-CoA dessaturase-1 (SCD-1) na gordura do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de bagaço de cana de açúcar.

Índices	Níveis de bagaço de cana (%)					EPM	Valor de P	
	Cont	30	38	46	54		L	Q
SCD_{14}	0,097	0,075*	0,071*	0,078*	0,084*	0,003	0,019	0,096
SCD_{16}	0,060	0,053*	0,050*	0,051*	0,054*	0,001	0,473	0,033
SCD_{18}	0,725	0,655*	0,625*	0,634*	0,657*	0,007	0,607	<0,01
SCD_{RA}	0,380	0,375	0,355	0,364	0,363	0,006	0,440	0,244

EPM = Erro padrão da média; L = Efeito linear nos níveis de inclusão de bagaço de cana; Q = Efeito quadrático nos níveis de inclusão de bagaço de cana; * = Significância para o teste de *Dunnnett* ao nível de 5% de probabilidade.

Além de se verificar individualmente a concentração dos AG que possuem ou não propriedades nutracêuticas, alguns parâmetros podem ser utilizados para classificar a qualidade nutricional da gordura do leite, como a obtenção de alguns índices a partir dos diferentes grupos de AG presentes no leite.

Neste trabalho, os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) apresentaram comportamento quadrático com índices de atividade mínima estimada de 3,35 e 4,02, respectivamente, ambos com nível de inclusão estimado de 47,6% (Tabela 6). Esses índices indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, portanto, menores valores indicam maior quantidade de AG antiaterogênicos presentes na gordura dos alimentos e, conseqüentemente, maior potencial de prevenção ao aparecimento de doenças cardiovasculares (Tonial et al., 2010). Apesar dos maiores valores de IA e IT proporcionados pela dieta controle, estes se encontram abaixo dos valores reportados por Aguiar et al. (2015), que apresentaram média de 5,66 e 8,01, respectivamente e próximos aos resultados de Barros et al. (2013), que encontraram valores médios de 1,97 e 2,66, respectivamente.

Tabela 6. Índices de qualidade nutricional da gordura do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de bagaço de cana-de-açúcar.

Índices ¹	Níveis de bagaço de cana (%)					EPM	Valor de P	
	Cont	30	38	46	54		L	Q
Aterogenicidade (IA)	4,31	2,82*	3,10*	3,35*	3,20*	0,094	<0,01	0,011
Trombogenicidade (IT)	4,89	3,39*	3,76*	4,03*	3,84*	0,103	<0,01	<0,01
ω -6: ω -3	8,22	12,44*	11,38*	10,33*	8,80	0,265	<0,01	0,127
hipo:hipercolesterolêmicos (h/H)	0,22	0,44*	0,41*	0,37*	0,37*	0,014	<0,01	0,108

Cont = controle; L = Efeito linear nos níveis de inclusão de bagaço de cana; Q = Efeito quadrático nos níveis de inclusão de bagaço de cana; * = Significância para o teste de *Dunnnett* ao nível de 5% de probabilidade.

A relação ω -6: ω -3 reduziu linearmente com a inclusão do bagaço (Tabela 6). Esses resultados se devem à redução linear observada para a concentração dos ácidos C18:2 n-6 e C18:3 n-3 (Tabela 4) que são os principais AG ω -6 e ω -3. Para esta relação, valores abaixo de 10,0 indicam quantidades desejáveis na dieta humana para a prevenção de riscos cardiovasculares (FAO, 1994). Dessa forma, as dietas controle e 54% de bagaço destacaram-se positivamente, por apresentarem relação ω -6: ω -3 dentro do valor proposto.

A relação h/H também diminuiu linearmente com a inclusão de bagaço (Tabela 6). Quanto maior a relação h/H, melhor é a qualidade nutricional da gordura contida nos alimentos (Bentes et al., 2009). No presente trabalho, os maiores valores foram observados para as dietas com 30% de bagaço de cana e 70% de concentrado, destacando-se qualitativamente, apesar dos valores referentes às outras dietas não se apresentarem muito distantes, indicando elevada proximidade com relação à qualidade nutricional da gordura do leite de todas as dietas contendo bagaço.

Vale salientar que, os ingredientes utilizados para compor as dietas, bem como os níveis de inclusão de bagaço de cana testados, não prejudicaram o perfil de AG do leite, uma vez que os resultados apresentados encontram-se dentro dos valores encontrados na literatura o presente trabalho demonstra o potencial desses alimentos em contribuir para a produção de gordura de leite com qualidade nutricional desejável a saúde humana.

Cabe analisar ainda que, as indústrias de beneficiamento de leite que utilizam bonificação por qualidade, consideram apenas o teor de sólidos totais ou o teor de proteína e gordura de forma individual, não levando em consideração o perfil dos AG presente. Teores elevados de gordura na matéria prima são interessantes para os laticínios devido à significativa influência deste componente no rendimento dos

produtos lácteos (Viotto e Cunha, 2006). Outro fator que deve ser considerado é a importância do aporte de nutrientes, via produtos de origem animal e a sua contribuição para erradicação de carências nutricionais, principalmente em regiões onde a escassez de alimentos pode ser constatada.

CONCLUSÃO

A utilização de dieta com 30% de bagaço de cana-de-açúcar e 70% de concentrado indica potencial para a produção de leite com gordura de melhor qualidade nutricional.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.C.R.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CALDEIRA, L.A.; ALMEIDA FILHO, S.H.C.; RUAS, J.R.M.; SOUZA, V.M.; COSTA, M.D.; PIRES, D.A.A. Composição do leite de vacas alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.3, p.591-605, 2015.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. In: **Official Methods of Analysis of AOAC International 17th ed.** Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 2000, 937.
- BARROS, P.A.V.; GLÓRIA, M.B.A.; LOPES, F.C.F.; GAMA, M.A.S.; SOUZA, S.M.; MOURTHÉ, M.H.F.; LEÃO, M.I. Nutritional quality and oxidative stability of butter obtained from cows fed sugar-cane supplemented with sunflower oil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, p.1545-1553, 2013.
- BAUMAN, D.E.; LOCK, A.L. Conjugated linoleic acid: biosynthesis and nutritional significance. In: FOX, P.F.; McSWEENEY, P.L.H. **Advanced Dairy Chemistry**, v.3, p.93-136, 2006.
- BAUMAN, D. E.; PERFIELD II, J. W.; DE VETH, M. J.; LOCK, A. L. New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants. **Proc. Cornell Nutrition Conference**, p.175-189, 2003.

BENTES, A.S.; SOUZA, H.A.L; MENDONÇA, X.M.F.; SIMÕES, M.G. Caracterização física e química e perfil lipídico de três espécies de peixes amazônicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.3, p.97-108, 2009.

BUCCIONI, A.; DECANDIA, M.; MINIERI, S.; MOLLEB, G.; CABIDDUB, A. Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. **Animal Feed Science and Technology**, v.174, p.1-25, 2012.

CONCEIÇÃO, M.G.; FERREIRA, M.A.; CAMPOS, J.M.S.; SILVA, J.L.; DETMANN, E.; SIQUEIRA, M.C.B.; BARROS, L.J.A.; COSTA, C.T.F. Replacement of wheat bran with spineless cactus in sugarcane-based diets for steers. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.45, p.158-164, 2016.

DALEY, C.A.; ABBOTT, A.; DOYLE, P.S.; NADER, G.A.; LARSON, S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**, v.9, p.1-12, 2010.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. The estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.980-984, 2010.

DHIMAN, T.R.; ZANTEN, K.V.; SATTER L.D. Effect of dietary fat source on fatty acid composition of cow's milk. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.69, p.101-107, 1995.

FAGUNDES, G.M.; MODESTO, E.C.; SOUZA, V.C. Ácidos Graxos de cadeia ímpar e ramificada do leite. **Revista de Ciências da vida**, v.32, n.2, p.23-33, 2012.

FAO - Food and agriculture organization of the united nations. **Fats and fatty acids in human nutrition**. Report of an expert consultation. Roma: FAO - Food and Nutrition Paper, v.91, p.99-119, 2010.

FAO - Food and agriculture organization of the united nations. **Fats and Oils in Human Nutrition**. Roma: FAO, 1994. p.3621-3627.

FERREIRA, M.A.; SILVA, R.R.; RAMOS, A.O.; VÉRAS, A.S.C.; MELO, A.A.S.; GUIMARÃES, A.V. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.159-165, 2009.

GERMAN, J. B.; GIBSON, R. A.; KRAUSS, R. M.; NESTEL, P.; LAMARCHE, B.; VAN STAVEREN, W. A.; STEIJNS, J. M.; DE GROOT, L. C. P. G. M.; LOCK, A. L.; DESTAILLATS, F. A reappraisal of the impact of dairy foods and Milk fat on cardiovascular disease risk. **European Journal of Nutrition**, v. 48, p.191–203, 2009.

GRIINARI, J.M.; DWYER, D.A.; McGUIRE, M.A.; BAUMAN, D.E.; PALMQUIST, D.L.; NURMELA, K.V.V. *Trans*-octadecenoic acid and milk fat depression in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.81, p.1251-1261, 1998.

HAN, R.; ZHENG, N.; ZHANG, Y.; ZHAO, X.; BU, D.; AN, P.; XU, X.; LIU, S.; WANG, J. Milk fatty acid profiles in Holstein dairy cows fed diets based on corn stover or mixed forage. **Archives of Animal Nutrition**, v.68, n.1, p.63–71, 2014.

HOLANDA, M.A.C.; HOLANDA, M.C.R.; MENDONÇA JÚNIOR, A.F.; Suplementação dietética de lipídios na concentração de ácido linoléico conjugado na gordura do leite. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n.3, p.221-229, 2011.

ISO 9622/IDF 141C. **Determination of milk fat, protein and lactose content: Guidance on the operation of mid-infrared instruments**. Bruxelas: 2013. 14p.

JAYAN, J.C. **Activity and mRNA abundance of enzymes for fatty acid synthesis and desaturation in mammary cell cultures**. 1998. nf. Dissertation (Doctor of

Philosophy) - Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, USA. 1998.

JENKINS, T.C.; WALLACE, R.J.; MOATE, P.J.; MOSLEY, E.E. Board-invited review: recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of Animal Science**, v.86, p.397–412, 2008.

KESLEY, J.A.; CORL, B.A.; COLLIER, R.J.; BAUMAN, D.E. The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.2588-2597, 2003.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica. México: 1948. 479p.

LICITRA, G.; HERNANDES, T.M; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science of Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

LIU, Z.L.; YANG, D.P.; CHEN, P.; LIN, S.B.; JIANG, X.Y.; ZHAO, W.S.; LI, J.M.; DONG, W.X. Effect of dietary sources of roasted oilseeds on blood parameters and milk fatty acid composition. **Czech Journal of Animal Science**, v.53, p.219-226, 2008.

LOCK, A.L.; BAUMAN, D.E. Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health. **Lipids**, v.39, n.12, p.1197-1206, 2004.

LOPES, F.C.F.; BARROS, P.A.V.; BRUSCHI, J.H.; SILVA, P.H.F; PEIXOTO, M.G.C.D.; GOMIDE, C.A.M.; DUQUE, A.C.A.; GAMA, M.A.S. Milk fatty acids profile of Holstein cows grazing tropical forages supplemented with two concentrate levels. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.518-521, 2011.

MARÍN, M.P.; MELÉNDEZ, P.G.; ARANDA, P.; RÍOS, C. Conjugated linoleic acid content and fatty acids profile of milk from grazing dairy cows in southern Chile fed varying amounts of concentrate. **Journal of Applied Animal Research**, 2017. DOI: 10.1080/09712119.2016.1277729.

MARKIEWICZ-KESZYCKA, M.; CZYZAK-RUNOWSKA, G.; LIPINKA, P.; WÓJTOWSKI, J. Fatty acid profile of Milk – A review. **Bulletin Veterinary Institute in Pulawy**, v.57, p.135-139. 2013.

MENSINK, R.P.; ZOCK, P.L.; ARNOLD DM KESTER, A.D.M.; KATAN, M.B. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.77, n.5, p.1146-55, 2003.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

MOURTHÉ, M.H.F.; REIS, R.B.; GAMA, M.A.S.; BARROS, P.A.V.; ANTONIASSI, R.; BIZZO, H.R.; LOPES, F.C.F. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês x Gir em pastagem de capim-marandu suplementado com quantidades crescentes de grão de soja tostado, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.4, p.1150-1158, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**, 7 ed. Washington, DC: National Academic Science, 2001. 381p.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.299-322.

PARODI, P.W. Has the association between saturated fatty acids, serum cholesterol and coronary heart disease been over emphasized? **International Dairy Journal**, v.19, p.345-361, 2009.

RIBEIRO, C.G.S.; LOPES, F.C.F.; GAMA, M.A.S.; MORENZ, M.J.F.; RODRIGUEZ, N.M. Productive performance and fatty acid composition of milk from dairy cows fed increasing levels of sunflower oil in elephant-grass based diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, p.1513-1521, 2014.

RIBEIRO, C.G.S. **Produção e composição do leite de vacas alimentadas com capim-elefante suplementado com óleo de girassol**. 2013. 192p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SALTER, A.M. Dietary fatty acids and cardiovascular disease. **Animal**, v.7, p.163-171, 2013.

SHINGFIELD, K.J.; BONNET, M.; SCOLLAN, N.D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. **Animal**, v.7, p.132-162, 2013.

SILVA, A.E.M.; LIRA, A.T.; FERREIRA, M.A.; BARROS, L.J.A.; MELO, T.T.B.; SIQUEIRA, T.D.Q.; SOARES, L.F.P.; COSTA, C.T.F. 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.

SIQUEIRA, M.C.B.; FERREIRA, M.A.; MONNERAT, J.P.I.S.; SILVA, J.L.; COSTA, C.T.F.; CONCEIÇÃO, M.G.; ANDRADE, R.P.A.; BARROS, L.J.A.; MELO, T.T.B. Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and partial digestibility, fiber dynamics and ruminal parameters. **Animal Feed Science and Technology**, v.226, p.56-64, 2017.

SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, p.2463-2472, 1992.

SLYTER, L.L. The ability of pH-selected mixed ruminal microbial population to digest fiber at various pHs. **Applied Environmental Microbiology**, v.52, p.390-391, 1986.

TONIAL, I.B.; OLIVEIRA, D.F.; BRAVO, C.E.C.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J.V. Caracterização físico-química e perfil lipídico do salmão (*Salmo salar L.*). **Alimentação e Nutrição**, v.21, p.93-98, 2010.

VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; BENEDETI, P.D.B.; SILVA, L.F.C. **Otimização de dietas à base de cana-de-açúcar**. In: Simpósio de produção de gado de corte, 6. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. p.121-182.

VLAEMINCK, B.; FIEVEZ, V.; CABRITA, A. R. J.; FONSECA, A. J. M.; DEWHURST, R.J. Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, p. 389-417, 2006.

VIOTTO, W.H.; CUNHA, C.R. **Teor de sólidos do leite e rendimento**. In: MESQUITA, A.J.; JURR, J.W.; COELHO, K.O. Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil, Goiania: Taleto, 2006, v.1, p.241-258.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos constatou-se que a inclusão de bagaço de cana-de-açúcar na dieta de vacas leiteiras mestiças reduz a produção de leite. No entanto, o bagaço de cana pode ser utilizado, associado a alimentos concentrados, sendo o nível de inclusão dependente do desempenho esperado.

A utilização da palma forrageira mais bagaço de cana-de-açúcar e concentrado é uma opção relevante para os rebanhos leiteiros do semiárido. Dessa forma, recomenda-se a renovação das lavouras de palma, priorizando os genótipos resistentes a cochonilha do carmim, com o objetivo estratégico de produzir alimentos para época de escassez.

A utilização de dieta com 30% de bagaço de cana-de-açúcar e 70% de concentrado indica potencial para a produção de leite com gordura de melhor qualidade nutricional.