



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ÓLEO DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L.) NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS EM
LACTAÇÃO

JASIEL SANTOS DE MORAIS

PATOS – PARAÍBA – BRASIL

FEVEREIRO – 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ÓLEO DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L.) NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS EM
LACTAÇÃO

JASIEL SANTOS DE MORAIS
Médico Veterinário

PATOS – PARAÍBA – BRASIL
FEVEREIRO – 2016

JASIEL SANTOS DE MORAIS

ÓLEO DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L.) NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS EM
LACTAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, como requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Sanidade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra

Co-orientador: Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva

PATOS – PARAÍBA – BRASIL

FEVEREIRO – 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ÓLEO DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L.) NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS EM LACTAÇÃO

AUTOR: Jasiel Santos de Moraes

ORIENTADOR: Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva

APROVADA em 29/02/2016

Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra
DZ/CPCE/UFPI – Orientador

Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo
DZ/CPCE/UFPI – 1º Examinador

Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva
UAMV/CSTR/UFCG – 2º Examinador

PATOS – PARAÍBA – BRASIL
FEVEREIRO – 2016

As pessoas mais importantes da minha, os meus pais José Orlando Moraes e Lourivalva Moraes, por todos esses anos de incentivo aos meus estudos.

Os meus irmãos Joseane e Josenildo Moraes, e minha cunhada Juliana Freitas!

A minha avó paterna Maria do Socorro Moraes, a primeira professora na vida acadêmica!

E a vovó Maria Inácia Santos!

A meus familiares, tios, tias, primos, por sempre acreditar em mim!

E especialmente, a meu avô Euclides Moraes (in memore), pois o Senhor é meu maior exemplo de “homem sertanejo” que conheci!

DEDIDO ESSA OBRA A VOCÊS, COMO MUITO AMOR E CARINHO!!!

“A CABRA PODE SER UM
CAMINHO PARA A
REVITALIZAÇÃO POLÍTICA,
LITERÁRIA E ECONOMICA DO
SERTÃO DO NORDESTE.”

Ariano Suassuna

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus por nos conceder acordar todos os dias!

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Campina grande, pela oportunidade de realização do Mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo fomento da bolsa de mestrado.

Ao Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra, pela amizade, ensinamentos, conselhos, e pela a confiança na orientação. Muito obrigado pela sua valiosa orientação, dedicação profissional, e está sempre disposto a ajudar!

Ao Prof. Dr. Aderbal pela disponibilidade da análise estatística. Obrigado pelos ensinamentos e conselhos, e pelos momentos de descontração. Que o Senhor Jesus sempre o abençoe pelo grande profissional, que serve de espelhos para nós alunos.

Aos Professores do PPGZ/CSTR, Profs. José Morais, José Fabio, Onaldo Guedes, Marcílio César, Ana Célia, Olaf Bakke e Divan Silva, pelos valiosos ensinamentos no decorrer do mestrado. Muito Obrigado!

A Universidade Federal do Piauí pelo financiamento da pesquisa do óleo de Buriti na alimentação das cabras.

Aos Profs. Carlo e Jacira Torreão pela grande satisfação de tê-los conhecidos, pela amizade que foi construída, e que sempre levarei comigo o exemplo de pessoas com grande CORAÇÃO! Muito obrigado por vocês ter confiado em meu trabalho no Setor de Caprino-ovinocultura.

A Professora Darklê Luiza pela inestimável amizade, e pela indicação da orientação do mestrado! Meu muito Obrigado!

Aos Professores Marcos Jácome e Ricardo Loiola pela contribuição valiosa na realização dessa pesquisa.

A Prof^a. Dr^a. Ângela Vieira por se disponibilizar em fazer as análises químicas do leite das cabras no Laboratório do Programa de Gerenciamento de Rebanho Leiteiro do Nordeste, Recife – PE.

Ao Wagner Coelho (Patrão), Fabrício Brandão, Adão Bezerra, Wendel Filipe (Boy) e Seu Romero por ter me acolhido durante a realização dessa pesquisa, e pelos momentos de descontração nas reuniões da República da Veterinary Ranch. Muito obrigado!

Aos mestrandos de Zootecnia da UFPI/CPCE pela amizade acolhimento durante os 7 meses em que estive no Campus, e pelas festas do “ZOOFEST” promovidas para confraternização entre os alunos.

Aos amigos de pesquisa: Carlos Barbosa (Carlão), Luana Saraiva (Boyzinha) e Natylane Freitas (Naty), no qual tive a satisfação de fazer parte e realizarmos essa pesquisa. MEUS AMIGOS, muito obrigado pela amizade e oportunidade de aprendizado com vocês!

Aos amigos dos cursos de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFPI/CPCE: Cezário, Manuel, Marcos Felipe, Ítalo, Paulo, Jackson, Márcia, Romilda, Sheila, Gabriel, Wolner, George, Juliana, Amada e Janara, muito obrigado pela colaboração na condução do experimento. Desculpe se esqueci alguém!

Aos amigos do mestrado do PPGZ/CSTR/UFCG: Denise, Cintya, Leonardo, Lucas, Leonildo, Natanael e Renata, pelos os quais dividimos bons momentos de estudos, preocupações, estresse e muitas risadas. Obrigado pela oportunidade de convivência com vocês no decorrer do mestrado, saibam que vocês moram no meu coração sem pagar aluguel!!!

E ao casal Érico Luiz (Criatura) e Aline Ferreira, por esses anos de convívio, “conversas” durante a preparação do jantar, brincadeiras e partilha de momentos bons e ruins! Saibam que os considero como irmãos, meus grandes AMIGOS!

Ao secretário do PPGZ/CSTR, Ari Guedes. Obrigado por tudo, grande AMIGO! Sempre estando à disposição a nos ajudar...

Aos amigos da turma de mestrado: Alana, Aldenora, Cecília, Flavinicius, Gabriela, João Paulo, Luana, Keith e Maria aparecida.

E por ultimo, as cabras, o nosso maior respeito e carinhoso agradecimento! Os quais acompanharam o trabalho delas desde o parto até a secagem do leite, e que por muitas vezes, nos retribuía com carinho para conosco. Muito Obrigado!

Sumário

Revisão de literatura	14
Produção de leite caprino	14
Óleo de buriti (Mauritia flexuosa L.)	19
Metabolismo lipídico do rúmen à glândula mamaria	21
Considerações finais	25
Referências bibliográficas	26
Capítulo I - Consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição de leite de cabras alimentada com óleo de Buriti	32
Resumo	32
Introdução	34
Material e métodos	36
Local do experimento e padrões éticos.....	36
Animais, manejo e dietas	36
Análise química das dietas, fezes	37
Consumo e digestibilidade	40
Produção e composição de leite	41
Análise estatística	42
Resultados	43
Consumo e digestibilidade nutrientes	43
Produção de leite	44
Discussão	46
Conclusões	48
Referências bibliográficas	49
Capítulo II - Perfil de ácidos graxos e características sensoriais do leite de cabras alimentadas com níveis crescentes de óleo de buriti	55
Resumo	55
Introdução	57
Material e métodos	58
Local do experimento e padrões éticos.....	58
Animais, manejo e dietas	58
Determinação dos AG do leite	60

Análise sensorial do leite	63
Análise estatística	64
Resultados.....	65
Perfil de AG do leite das cabras.....	65
Perfil Sensorial do leite	69
Discussão	70
Conclusões.....	73
Referências bibliográficas.....	74
Anexo 1	78

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1. Composição química percentual dos ingredientes da dieta experimental.....	38
Tabela 2. Composição química percentual da dieta experimental com níveis crescente de inclusão de óleo de Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L.) em substituição ao milho moído.....	39
Tabela 3. Consumo de nutrientes de cabras em lactação alimentadas com níveis crescentes de óleo de Buriti em substituição ao milho moído.	44
Tabela 4. Produção e composição química do leite cabra alimentada com níveis crescentes de óleo de buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L.) em substituição ao milho moído.....	45

Capítulo II

Tabela 3. Produção de ácidos graxos (g/ 100g de ácidos graxos) do leite de cabras em diferentes níveis de óleo de buriti em substituição milho moído.....	66
Tabela 4. Efeito do óleo de buriti em substituição ao milho moído no perfil de ácidos graxos do leite de cabras.....	68
Tabela 5. Pontuações médias de aceitação do leite cabras alimentadas com níveis crescentes de óleo de buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L.) em substituição ao milho moído.....	69
Tabela 6. Médias da sensorial dos aspectos característicos e sabores do leite de cabras alimentadas com níveis crescentes de óleo de buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L.) em substituição ao milho moído.	70

Resumo Geral

Objetivou-se avaliar a inclusão em diferentes níveis de óleo de buriti sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção, composição, perfil de ácidos graxos do leite e características sensoriais do leite de cabras. Foram utilizados dois Quadrados Latinos simultâneos (4 x 4), em que os animais foram distribuídos aleatoriamente, compostos de quatro períodos, e quatro níveis de óleo de buriti (0,00; 1,50; 3,00 e 4,50% na MS) em substituição ao milho moído no concentrado. As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais de caprinos leiteiros (NRC, 2007), constituída de 50% de silagem de milho, e o restante de farelo de soja, farelo de milho, ureia pecuária, calcário calcítico e núcleo mineral. Cada período experimental foi composto de 20 dias, quinze dias para adaptação dos animais à dieta, e cinco dias para as coletas dos dados. As cabras foram alimentadas duas vezes ao dia, logo após a ordenha (8:00 e 17:30 horas). Foram coletados dados para a determinação do consumo e digestibilidade dos nutrientes e produção leite das cabras. Para o leite, foram coletadas amostras para determinar a composição química e perfil de ácidos graxos, e ainda, análise sensorial do leite. As amostras de leite para análise do perfil de ácidos graxos e sensorial armazenados em freezer a -20°C, para posterior análise. Foram analisadas as concentrações dos perfis dos ácidos graxos saturados, de cadeia curta, média e longa, e insaturados, índice de aterogenicidade, atividade enzimática da $\Delta 9$ -dessaturase do C16 e C18, da gordura do leite das cabras, análise sensorial do leite, quanto a aceitação, odor, sabor e cor. O consumo de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e a fibra em detergente ácido, carboidratos totais, carboidratos não-fibrosos e nutrientes digestíveis totais não foram afetados pelos os níveis de óleo na dieta. Entretanto, o consumo de extrato etéreo ($P < 0,0001$) teve um aumento de 100% da dieta das cabras. A digestibilidade da matéria seca, proteína bruta foram semelhantes entre os níveis de óleo de buriti. Todavia, houve aumento linear na digestibilidade do extrato etéreo ($P = 0,015$), o que pode ter contribuído para a redução quadrática na digestibilidade da fibra em detergente neutro ($P = 0,013$), e as reduções lineares dos carboidratos totais ($P = 0,0185$) e não-fibrosos ($P = 0,0407$) com óleo de buriti na alimentação das cabras. A produção, produção corrigida para 4% de gordura e produção para sólidos totais, composição química do leite de cabras não foi influenciada pelos os níveis de óleo de buriti, no entanto, houve uma tendência no aumento da concentração de gordura do leite e na eficiência alimentar das cabras. O óleo de buriti na alimentação das cabras reduziu linearmente os ácidos graxos saturados hipercolesterolêmicos, tais como C12:0 ($P < 0,0001$) e C14:0 ($P < 0,0001$), assim como o índice de aterogenicidade ($P < 0,0001$). Em contrapartida, os ácidos graxos C18:0 ($P = 0,0012$), C18:1c9 ($P = 0,0035$) tiveram aumento linear entre os níveis de óleo avaliados. No entanto, o ácido graxo C18:2c9t11 ($P < 0,0001$) teve comportamento quadrático com a produção máxima observada 0,62 g/100 g de gordura no nível de 1,5% de óleo de buriti. As características sensoriais do leite não foram ($P > 0,05$) alteradas pelos níveis de óleo de buriti. O óleo de buriti em até 4,5% na matéria seca, aumenta o consumo e a digestibilidade do extrato etéreo na dieta das cabras, e reduz quadraticamente a digestibilidade da fibra detergente neutro e de forma linear os carboidratos totais e carboidratos não-fibrosos, sem contudo, modificar o consumo e digestibilidade dos demais nutrientes. A inclusão de óleo de buriti até 4,5% não altera a produção e constituintes do leite, perfil sensorial do leite das cabras. Todavia, Recomenda-se o uso de óleo de buriti em até 1,5% na MS, em substituição ao milho moído para máxima produção de ácido linoleico conjugado no leite das cabras.

Palavra-chave: ácido linoleico conjugado, caprinos leiteiros, coprodutos, flavor, lipídeos.

OVERALL ABSTRACT

This study aimed to evaluate the inclusion in different Buriti oil levels on intake, digestibility, production, composition, fatty acid profile of milk and sensory characteristics of goat milk. Two Latin square (4 x 4) were used, where the animals were randomized, four-period compounds, and four levels of buriti oil (0.00; 1.50; 3.00 and 4.50% in DM) replacing ground corn in the concentrate. The diets were formulated to meet the nutritional requirements of dairy goats, consisting of 50% corn silage and soybean meal remaining, corn bran, livestock urea, limestone and mineral core. Each trial consisted of 20 days, fifteen days to adapt the animals to the diet and five days for data collection. The goats were fed twice daily immediately after milking (8:00 and 17:30). Data were collected for the determination of consumption and digestibility of nutrients and milk production from goats. For the milk, samples were collected to determine the chemical composition and profile of fatty acids, and also sensory analysis of milk. The milk samples for analysis of fatty acids and sensory profile were stored in a freezer at -20 °C for further analysis. The concentration profiles were analyzed from saturated fatty acids, short, medium and long chain and unsaturated atherogenicity index, enzymatic activity of $\Delta 9$ desaturase of C16 and C18, the fat of goats milk, milk sensory analysis, as acceptance, odor, flavor and color. The intake of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber, total carbohydrates, non-fibrous carbohydrates and total digestible nutrients were not affected by the oil levels in diet. However, the ether extract intake ($P < 0.0001$) increased by 100% in the diet of goats. The digestibility of dry matter, crude protein were similar between the Buriti oil levels. However, there was a linear increase in the digestibility of ether extract ($P = 0.015$), which may have contributed to the quadratic reduction in fiber digestibility of neutral detergent ($P = 0.013$), and the linear reduction of total carbohydrates ($P = 0.0185$) and non-fibrous ($P = 0.0407$) with buriti oil in feeding the goats. The production yield corrected for 4% fat and production to total solids, the chemical composition of goat milk was not influenced by the Buriti oil levels, however, there was a trend in increasing the concentration of milk fat and efficiency feed the goats. The buriti oil in the feed goats linearly reduced hypercholesterolemic saturated fatty acids such as C12:0 ($P < 0.0001$) and C14:0 ($P < 0.0001$) as well as atherogenicity index ($P < 0.0001$). In contrast, the fatty acids C18:0 ($P = 0.0012$), C18:1C9 ($P = 0.0035$) showed a linear increase of the levels of this oil. However, the fatty acid C18:2c9t11 ($P < 0.0001$) showed a quadratic behavior with the maximum production observed 0.62 g / 100 g fat level of 1.5% Buriti oil. The sensory characteristics of milk were not ($P > 0.05$) changed the Buriti oil levels. Buriti oil in up to 4.5% of dry matter increases the intake and digestibility of ether extract in the diet of goats, and quadratically reduces the digestibility of neutral detergent fiber and linearly total carbohydrates and non-fibrous carbohydrates, without, however, modify the intake and digestibility of the other nutrients. The inclusion of Buriti oil to 4.5% does not alter the production and milk components, sensory profile of goat milk. However, it is recommended to use Buriti oil to 1.5% DM, replacing ground corn for maximum production of conjugated linoleic acid in milk of goats.

Keyword: conjugated linoleic acid, dairy goats, co-products, flavor, lipids.

Revisão de literatura

Produção de leite caprino

O leite de cabra é um alimento com alto valor biológico para a população humana tais como baixo potencial alergênico, alta digestibilidade e valor nutricional (Haenlein, 2004; Costa et al., 2008), e autores como Haenlein (2004) e Sanz Sampelayo et al. (2007) destacam a importância do leite de cabra na nutrição humana, principalmente em relação a desnutrição infantil em regiões áridas e semiáridas, sendo muitas vezes o único alimento disponível.

Haenlein (2004) em revisão justificando o leite de cabra na alimentação humana observou durante cinco meses crianças que fizeram uso do leite de cabra como substituto do leite de vaca, e verificou que apresentaram melhor ganhos de peso, altura, mineralização óssea, teores séricos de vitamina A, cálcio, riboflavina, niacina e hemoglobina. Esse mesmo autor ainda relata que a α -S1-caseína presente no leite de cabra é menos alérgica para crianças que possuem algum tipo de alergia alimentar de proteínas do leite de vaca, sabe-se, no entanto, que esse distúrbio acomete 12-30% das crianças com menos de 3 anos de idade, prejudicando desse forma, o desenvolvimento normal das crianças.

Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO, 2013), efetivo mundial de caprinos é de mais de 975 milhões de animais, e destes, pouco mais de 8,7 milhões de animais estão no Brasil. Entretanto, o Nordeste brasileiro considerado como uma região semiárida possui o maior efetivo de caprinos com 91,39% do rebanho nacional, sendo os estados da Bahia,

Pernambuco e Piauí, liderando esse ranking, respectivamente com 30,84%, 24,63% e 15,44% do rebanho regional (IBGE, 2013).

Em relação ao leite de cabra, as produções mundiais em 2013 foram de 17.957.371 milhões de toneladas/ano, já no Brasil, contabilizou-se uma produção de 153 mil toneladas/ano, participando com apenas 0,85% da produção mundial do leite de cabra (FAO, 2013). Em contrapartida, a produção do leite de cabra no Brasil no ano de 2012 comparado a 2013, houve um aumento de 2% na quantidade de leite produzido, que passou de 150 mil toneladas/ano em 2012 (FAO, 2012) para 153 mil toneladas/ano em 2013 (FAO, 2013). Esse incremento na produção do leite caprino no ano de 2013 em relação a 2012 foi impulsionado pelo crescimento anual de 1,5% do rebanho caprino no Brasil (IBGE, 2013). No entanto, essa produção pode ser ainda superior, pelo fato de não se considerar o leite consumido pelas famílias nas propriedades, e também o leite processado de forma clandestina (Haenlein, 2004).

A produção de leite caprino indicada para as regiões brasileiras, em especial a nordestina, apresenta uma escassez de dados confiáveis que possam ser citados com segurança e assim estimar sua real produção. Pois, ao contrário do que acontece na produção do leite de vacas nas grandes regiões, estados e cidades do Brasil, que possuem estimativas da produção diária divulgadas por órgãos como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o mesmo não ocorre com o leite de cabra. Após revisões das publicações do efetivo de animais e seus derivados dos últimos 10 anos,

através da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM), constatou-se o desinteresse de estimativa da real produção de leite caprino no Brasil.

Para as populações de regiões áridas e semiáridas, como a nordestina, a cabra é considerada a “vaca do pobre” principalmente no fornecimento de leite, e com importância econômica regional (Haenlein, 2004; Sanz Sampelayo, 2007). No entanto, a produção do leite de cabra no Nordeste, é formada em sua maioria por rebanhos mestiços ou Sem Raça Definida (SRD), porém, são adaptados ao clima e a vegetação da caatinga (CARTAXO et al., 2014), sendo estas características importantes para a manutenção da caprinocultura leiteira nesse ambiente.

A cabra mestiça ao longo dos anos passou por seleção e adaptação natural para sobrevivência de indivíduos resistentes a escassez de alimento e água, predominante nas regiões semiáridas, como no Nordeste brasileiro. Assim, a prioridade da seleção era permitir que animais com menor capacidade ingestiva se sobressaíssem em relação aos animais de maior porte e maior demanda de alimento. Ao custo disso, preservaram-se animais com pequena produção de leite, suficiente apenas para criar sua prole. Entretanto, com a oferta de alimento que atendam suas exigências nutricionais, chegam a produzir mais de 2 kg/cabra/dia (Silva et al., 1999), dependendo da seleção e do manejo alimentar dos animais dentro das propriedades.

Na região semiárida brasileira, a grande dificuldade nos sistemas de produção animal, seja leite ou carne, é a disponibilidade de forragem que impõe limitações nesse setor, devido às irregularidades das chuvas nessa região, que dificulta a alimentação do rebanho ao longo do ano, levando-os a

baixo desempenho. Isso porque nessa região, a maior dificuldade na nutrição é assegurar um teor energético suficiente para os níveis de produção dos animais, fazendo com os produtores utilizem cada vez mais alimentos como o milho para elevar a densidade energética da dieta, e acaba onerando a atividade pecuária.

Diante do exposto, é necessário um adequado planejamento nutricional para cada categoria de animais, levando em consideração o potencial genético, nível de produção, estado fisiológico dos animais e, assim, fazer a adequação perfil energético dos animais lactantes, bem como a utilização de forma racional de alimentos energético disponíveis da região como óleos, sementes de oleaginosas e resíduos do biodiesel para o aumento calórico da dieta (Silva et al., 2010; Oliveira et al., 2015), mantendo dessa forma, os níveis de produção e constituintes do leite em níveis adequados.

A Instrução Normativa nº 37 (MAPA, 2000) preconiza teores mínimos de proteína e gordura respectivamente de 2,9 e 3% para o leite de cabra integral padronizado, para comercialização. Porém, quando se trabalha com animais nativos ou mestiços, esses valores são superiores devido estarem ligados à raça (Fernandes et al., 2008; Araújo et al. 2009; Queiroga et al., 2010), ou ainda sofrendo efeito da espécie animal, genótipo, fase de lactação (Chilliard et al., 2007) e principalmente pelo de tipo de alimentação que as cabras recebem (Sanz Sampelayo et al, 2007; Costa et al., 2009). Mestawet et al. (2012) estudaram a produção e composição química do leite de quatro raças de caprinas na Etiopia, puderam observar diferenças significativas na produção de leite, sólidos totais, gordura, proteína e caseínas, entre as raças Boer, Cross,

Arsi-Bale e Somali. Esses autores concluíram que mesmo essas raças avaliadas possuindo pequena produção de leite, em relação às raças exóticas especializadas na produção de leite, têm elevado potencial em produzir leite de alta qualidade nutricional.

A comercialização do leite de cabra é um gargalo que prejudica o avanço no setor de bebidas lácteas e derivados na região semiárida nordestina, desestimulando a produção. Entretanto, para alavancar e estimular a produção de leite caprino foi criado alguns programas assistencialistas do governo para compra e distribuição gratuita do leite de cabra na merenda escolar e para as famílias com vulnerabilidade financeira, contribuindo dessa maneira, na segurança alimentar. Silva et al. (2013) entrevistaram produtores de leite de cabra nos cariris paraibano, ocidental e oriental, e constataram que 99,8% dos produtores relataram vender o leite para o Programa Leite da Paraíba. Essa forma de incentivar a cadeia produtiva de leite de cabra se torna cada vez mais importante para as regiões semiáridas, tanto nas questões sociais e econômicas, e pelo simples fato de fixar o homem no campo, impedindo o êxodo rural para os grandes centros urbanos em busca de trabalho.

Na Europa, Oceania, nas Américas do Norte e do Sul, o leite é uma fonte de renda, principalmente na fabricação de queijos, onde os queijos de cabras são considerados um alimento “gourmet” em países como França e Itália, recebendo altos preços entre as variedades no mercado (Silanikove et al., 2010). Tradicionalmente no Nordeste brasileiro, grande parte do leite é beneficiado em queijo de coalho como principal produto gerador de renda nas propriedades, através da comercialização em feiras locais. Entretanto, as

cabras mestiças tem uma importância fundamental nessa atividade, isso porque a quantidade mais elevada de gordura no leite, acaba determinando maiores rendimento (Fernandes et al., 2008) na fabricação de queijos de coalho, e assim, viabilizando a atividade de caprinos leiteiros nessa região. Sabendo, no entanto, que a atividade caprina deve ser maximizada aproveitando os recursos oferecidos de cada região, principalmente a animal e forrageiro.

Óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.)

Várias oleaginosas, principalmente as que possuem altos valores de ácidos graxos insaturados na sua composição, e por isso têm sido testadas visando à mitigação de gases do efeito estufa, dióxido de carbono (CO₂), sobretudo o metano (CH₄), provenientes da digestão entérica de ruminantes (Primavesi et al., 2004) representando perdas de energias de 2 à 12% de na alimentação (Goel e Makkar, 2012).

Morais et al. (2014) testando o efeito das tortas de oleaginosas na produção de gases *in vitro* com diferentes níveis de substituição do capim elefante, concluíram que o Pinhão-manso ao nível de 70% de substituição apresentou grande potencial na redução dos gases totais. Com esses resultados, os animais aumentaram a eficiência na utilização de energia nos processos de produção de leite.

Neste contexto, a utilização de óleos de oleaginosas da própria região na alimentação de ruminantes leiteiros, em especial as cabras, poderá dar suporte a mitigação de gases do efeito estufa (Moreira et al., 2015), e ainda aumentar o aporte energético na dieta. Dentre os óleos vegetais da cadeia do biodiesel

com potencial de produção, destacam-se as sementes de Pinhão-mansão, girassol, amendoim, gergelim, soja, dendê e mamona (Storck Biodiesel, 2015). Todavia, após várias consultas a literaturas com relação ao óleo de buriti na alimentação de ruminantes, observou escassez de dados referentes ao seu uso como suplemento lipídico em rações.

Na região meio norte, onde estão inseridos os estados das regiões Norte e Nordeste, como é o caso do estado do Piauí, a palmeira Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e o babaçu (*Oryzopsis speciosa*), segundo Leal (2005), são as duas das mais importantes espécies nativas com potencial econômico na América Latina. O buritizeiro, no entanto, é uma palmeira da família *Arecaceae*, encontrada nos estados do Pará, Amazonas, Amapá, Rondônia, Goiás, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso, Ceará, Maranhão, Piauí e Tocantins (Souza, 2004; Manhães, 2007), e tem como principal produto da exploração o óleo com maior valor comercial, usado tanto na fabricação de cosméticos, comidas, e ainda atividade antibacteriana e cicatrizante (Batista et al., 2011).

O óleo de buriti apresenta quantidade de β -carotenoides, tocoferóis e ácidos graxos importantes na nutrição humana e animal. Em relação aos ácidos graxos, França et al. (1999) observaram a presença de ácido oleico com valores de $10,80 \pm 0,7$ (g/100 g), ácido palmítico (C16:0) com 17,34%, ácido oleico (C18:1) 78,73% e ácido linoleico (C18:2) com 3,93%. Já Albuquerque et al. (2003), encontraram valores de ácidos saturados como o mirístico (0,1%), palmítico (17,34-19,2%), esteárico (2%), e os ácidos graxos insaturados, como o ácido oleico (73,3-78,73%), linoleico (2,4-3,93%) e o linolênico (2,2%).

Com isso, o óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) torna-se uma fonte

alternativa na suplementação de ruminantes devidos aos altos valores de ácidos graxos, principalmente os insaturados, que poderão ser incorporados na dieta para melhorar o perfil lipídico no leite via biohidrogenação, e reduzindo a produção de gases entéricos.

Metabolismo lipídico do rúmen à glândula mamaria

Os lipídeos de origem vegetal fornecem 2,25 mais energia que os carboidratos, e é usado estrategicamente para aumentar a densidade energética em dietas deficientes em energia. Contudo, os lipídeos também são incluídos na alimentação com o intuito de aumentar os teores de gordura no leite de ruminantes, através da modificação do ambiente ruminal.

No entanto, a suplementação lipídica nos últimos anos ganhou atenção especial na alimentação de fêmeas em lactação, principalmente por atenuar os efeitos do balanço energético negativo (BEN) no período de transição (Santos et al., 2009; Rennó et al., 2014), em função da mobilização de reservas corporais no início da lactação (Chilliard et al., 2007), em consequência da alta exigência de nutricional dos animais em lactação (Chilliard et al., 2003), em especial o atendimento das exigências de energia.

No processo inicial da digestão dos lipídeos das sementes de oleaginosas presentes na matriz do grão, sofrem ação de enzimas lipase dos microrganismos ruminais, que os triglicerídeos, galactolipídeos e fosfolipídeos, sejam liberado na forma de ácidos graxos livres e glicerol. O glicerol por sua vez, é fermentado a propionato, pela via do succinato, para formação de energia (Palmquist e Mattos, 1980). O propionato é principal fonte energia dos

ruminantes, que após absorvido nas papilas ruminais cai na veia porta hepática, e para que no fígado, o propionato seja metabolizado a glicose.

No rúmen, os coprodutos do biodiesel, principalmente os óleos de oleaginosas ricos em ácidos graxos insaturados sofrem ação das enzimas esomerase dos microrganismos ruminais, modificando a estrutura da cadeia dos ácidos graxos insaturados através da abertura da dupla ligação, e com isso, inserindo íons de H⁺ na cadeia, transformando-os em ácidos graxos saturados, com menor toxicidade, através da biohidrogenação (Palmquist e Jenkins, 1980; Jenkins et al. 2014).

Contudo, para melhor compreensão, Palmquist e Mattos (2007) descreveram o processo de biohidrogenação do ácido linoléico, em que o passo inicial é a isomerização que converte o ácido graxo linoléico (cis-9, cis-12 dieno metileno-interrompido) em ácido cis-9, trans-11 dieno conjugado (conhecido com ácido graxo conjugado ou CLA). O CLA é considerado um metabolito transitório, e que é rapidamente hidrogenado no rúmen a ácido vacênico (C18:1 trans-11), liberado no ambiente ruminal. Nisso, os microrganismos secundários logo hidrogenam a ligação trans-11 formando no produto final primário da biohidrogenação, o ácido esteárico. Sabe-se, no entanto, que o CLA possui propriedades que inibem doenças cardiovasculares e de ser um antecarcinogênico (Parodi, 1999).

Nesse contexto, o processo de biohidrogenação ruminal ocorre pela atuação de microrganismos específicos, principalmente as bactérias *Butyrivibrio fibrysolvens* (Kepler e Tove, 1967). Zhu et al. (2014) estudando a diversidade de bactérias do gênero *Butyrivibrio* no rúmen de caprinos

suplementados com óleo de alho, concluíram que o gênero *Butyrivibrio* representavam 12,98% do total de bactérias no rúmen dos caprinos. No entanto, esses autores ainda observaram algumas espécies de bactérias do gênero *Butyrivibrio* que eram desconhecidas, e assim, precisava-se de mais estudos sobre a função delas no rúmen.

Os lipídeos ao contrário dos outros nutrientes, proteínas e carboidratos, não são fermentados no rúmen, apenas sofrendo ação da hidrólise e biohidrogenação ruminal. No entanto, os ácidos graxos adsorvidos à fibra são liberados através da ação dos sais biliares, agindo com potentes detergentes, que então, são hidrolisados pela enzima pancreática fosfolipase A2. Tal processo só é possível devido à capacidade da lecitina, presente na bile de ruminantes, que em contato com a fosfolipase A2, age na emulsificação e incorporação dos ácidos graxos as micela, e assim, serem absorvidas pelas células intestinais (Palmquist e Mattos, 2007). Nos ruminantes, estes ácidos graxos são esterificados à triacilglicerol pela via α -glicerolfosfato, ou ainda, para forma os fosfolipídios através do realce da sn-1 acil-lisolecitina. Dessa forma, os fosfolipídios e os triacilgliceróis são reagrupados com as apoproteínas no Complexo de Golgi, formando as lipoproteínas de muito baixa densidade (LDL) e quilomícrons, transportadores eficientes de lipídios. Esses então são transportados por exocitose das células basais intestinais até os ductos linfáticos, e caindo na veia cava anterior, a fim de ser metabolizado no fígado.

Os ruminantes em geral, possuem alta capacidade de armazenagem de ácidos graxos no tecido adiposo, e quando necessário, são liberados na

corrente sanguínea como ácidos graxos não esterificados (AGNE) pela lipólise para servir como substrato energético ou na incorporação de gordura no leite.

Todavia, a glândula mamária utiliza os triacilgliceróis, LDL, ácidos graxos plasmáticos de cadeia curta e os ácidos graxos que escapou da biohidrogenação ruminal para sintetizar a gordura láctea, via síntese *de novo* e pela atividade da Δ^9 -dessaturase nas células epiteliais do tecido mamário. Griinari et al. (2000) avaliando a síntese endógena do ácido linoleico conjugado (CLA), observaram que a síntese endógena através da Δ^9 -dessaturase como a principal fonte de CLA na gordura do leite, tendo como seu precursor o ácido vacênico (C18:1 trans-11) pela biohidrogenação incompleta dos ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) no rúmen. Entretanto, a suplementação de lipídios na dieta de ruminantes deve ser realizada com cautela, sendo que na literatura, recomenda-se o uso máximo de 7% de EE na MS, pois, acima desse valor pode causar efeitos deletérios nos microrganismos ruminais pela presença das PUFA, e ainda reduzir o consumo e a digestibilidade da MS, e conseqüentemente, baixa produção de leite.

Maia et al. (2006) avaliando a digestibilidade dos nutrientes com diferentes fontes de óleos na dieta de cabras Saanen em lactação, observaram que a inclusão de fontes de óleos não afetaram a ingestão de MS, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Esses autores trabalharam com 7,83% de extrato etéreo (EE) na MS, para os tratamentos com 5,1% de inclusão de óleo de arroz, óleo de canola e óleo de soja, ultrapassando dessa maneira, o limite de 7% de EE recomendado.

Porém, esses autores observaram efeito negativo sobre a digestibilidade do FDN e CNF, quando comparado ao tratamento controle, esse comportamento também foi observado por Maia et al. (2009) quando incluíram óleo de Licuri e Mamona na dieta de cabras Moxotó. Isso possivelmente ocorreu devido o EE esta adsorvida a fibra, e impedindo o ataque dos microrganismos ruminais.

Fernandes et al. (2008) trabalhando com cabras Moxotó suplementadas com óleo de sementes de algodão e girassol na dieta, observaram redução significativas na produção de leite, apresentando menor produção quando os animais foram suplementados com 5% de óleo de algodão, entretanto, e quando a produção foi corrigida para 4% de gordura, essa produção não diferiu ($P>0,05$) dos demais tratamentos.

Considerações finais

Diante do exposto acima, a inclusão de lipídeos na dieta de ruminantes leiteiros, principalmente cabras leiteiras, deverá ser voltadas para as melhorias da qualidade nutricional dos produtos através da modificação do ambiente rumais, como leite e queijos, garantindo dessa forma, alimentos de alto valor biológico e nutracêutico pelos os consumidores, possibilitando agregar valor aos produtos.

Referências bibliográficas

Albuquerque, M.L.S., Guedes, I., Alcântara Júnior, P., More, S.G.C. 2003. Infrared absorption spectra of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil. *Vibrational Spectroscopy*, 33:127–131.

Araújo, M.J., Medeiros, A.N., Silva, D.S., Pimenta Filho, E.C., Queiroga, R.C. R.E., Mesquita, I.V.U. 2009. Produção e composição do leite de cabras Moxotó submetidas a dietas com feno de maniçoba (*Manihot glaziovii* Muell Arg.). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. v.10, n.4, p.860-873.

Batista, J.S., Olinda, R.G., Medeiros, V.B., Rodrigues, C.M.F., Oliveira, A.F., Paiva, E.S., Freitas, C.I.A., Medeiros, A.C. 2011. Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) *Ciência Rural*, Santa Maria, Online.

Cartaxo, F.Q., Sousa, W.H., Leite, M.L.M.V., Cezar M.F., Cunha, M.G.G., Viana, J. A., Assis, D.Y.C., Cabral, H.B. 2014. Características de carcaça de cabritos de diferentes genótipos terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. Salvador, v.15, n.1, p.120-130.

Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L., Rouel, J., Doreau, M. 2007. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *Europa Journal Lipid Science Technology* 109:828–855.

Chilliard, Y.; Ferlay, A.; Rouel, J.; Lamberet, G. 2003. A Review of Nutritional and Physiological Factors Affecting Goat Milk Lipid Synthesis and Lipolysis. *Journal of Dairy Science*. 86:1751–1770.

Costa, R.G., Queiroga, R.C.R.E, Pereira, R.A.G. 2009. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. Revista Brasileira de Zootecnia v.38, p.307-321.

Fao. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. 2013, disponível em: < <http://faostat3.fao.org/download/Q/QA/E> >. Acesso em: 15 de Março de 2015.

Fao. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. 2012, disponível em: < <http://faostat3.fao.org/download/Q/QA/E> >. Acesso em: 15 de Março de 2015.

Fernandes, M.F., Queiroga, R.C.R.E., Medeiros, A.N., Costa, R.G., Bomfim, M.A.D., Braga, A.A. 2008. Características físico-químicas e perfil lipídico do leite de cabras mestiças Moxotó alimentadas com dietas suplementadas com óleo de semente de algodão ou de girassol. Revista Brasileira de zootecnia, v.37, n.4, p.703-710.

França, L.F., Reber, G., Meireles, M.A.A., Machado, N.T., Brunner, G. 1999. Supercritical extraction of carotenoids and lipids from buriti (*Mauritia flexuosa*), a fruit from the Amazon region. Journal of Supercritical Fluids, 14:247–256.

Goel, G. and Makkar, H.P.S. 2012. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. Tropical Animal Health Product. 44:729–739.

Griinari, J.M., Corl, B.A., Lacy, S.H., Chouinard, P.Y., Nurmela, K.V.V. and Bauman, D.E. 2000. Conjugated Linoleic Acid Is Synthesized Endogenously in Lactating Dairy Cows by D9-Desaturase. Journal nutrition, vol. 130, n.9, 2285-2291.

Haenlein, G. F. W. 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*. 51: 155-163.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2013/default_pdf.shtm>. Acesso em: 15 de Março de 2015.

Kepler, C.R. and Tove, S.B. 1967. Biohydrogenation of Unsaturated Fatty Acids - III Purification and properties of a linoleate Δ^{12} -cis, Δ^9 -trans-isomerase from *butyrivibrio fibrisolvens*. *The Journal Of Biological Chemistry*, vol. 242, Nº. 24, Issue of December 25, pp. 5686-5692.

Leal, A.F. Condições do extrativismo e aproveitamento das frutas nativas da microrregião de Teresina – Piauí. 2005. 93p. Dissertação (Mestrado) Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí. Teresina: UFPI, 2005.

Lérias, J.R., Hernández-Castellano, L.H., Morales-Delanuez, A., Araújo, S.S., Castro, N., Argüello, A., Capote, J., Almeida, A.M. 2013. Body live weight and milk production parameters in the Majorera and Palmera goat breeds from the Canary Islands: influence of weight loss. *Tropical Animal Health Product*, Volume 45, Issue 8, pp 1731-1736.

Maia, F.J., Branco, A.F., Mouro, G.M., Coneglian, S.M., Santos, G.T., Minella, T.F., Macedo, F.A.F. 2006. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1496-1503.

Maia, M.O., Queiroga, R.C.R.E., Medeiros, A.N., Costa, R.G., Bomfim, M.A.D., Fernandes, M.F. 2009. Consumo, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos de cabras mestiças Moxotó suplementadas com óleos de licuri ou mamona. *Ciência Rural*, vol.40, no.1, p.149-155.

Manhães, L.R.T. 2007. Caracterização da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*, Mart.): um potente alimento funcional. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pag. 78. Dissertação Mestrado.

MAPA. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº. 37 de 31 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite de Cabra. Diário Oficial da União de 08/11/2000, Seção 1, Página 23.

Mestawet, T.A., Girma, A.T., Ådnøy, T., Devold, T.G., Narvhus, J.A., Vegaruda, G.E. 2012. Milk production, composition and variation at different lactation stages of four goat breeds in Ethiopia. *Small Ruminant Research*. 105:176–181.

Morais, R.K.O., Silva A.M.A., Bezerra, L.R., Carneio H., Moreira, M.N., Medeiros, F.F. 2015. In vitro degradation and total gas production of byproducts generated in the biodiesel production chain. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, vol.37, 143–148.

Palmquist, D.L.; Mattos, W.R. 2007. Metabolismo de Lipídeos. In. *Nutrição de Ruminantes*. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, Cap. 10, pag. 287-310.

Parodi, P. W. 1999. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. Symposium: A Bold New Look At Milk Fat. *Journal of Dairy Science*, 82:1339–1349.

Primavesi, O., Frighetto, R.T.S., Pedreira, M.S., Lima, M.A., Berchielli, T.T., e Barbosa, P.F. 2004. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.39, n.3, p.277-283.

Queiroga, R.C.R.E., Maia, M.O., Medeiros, A.N., Costa, R.G., Pereira, R.A.G., Bomfim, M.A.D. 2010. Produção e composição química do leite de cabras mestiças Moxotó sob suplementação com óleo de licuri ou de mamona. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.1, p.204-209.

Rennó, F. P; Freitas Júnior, J. E.; Gandra, J. R.; Maturana Filho, M.; Verdurico, L. C; Rennó, L. N; Barletta, R. V.; Vilela, F. G. 2014. Effect of unsaturated fatty acid supplementation on digestion, metabolism and nutrient balance in dairy cows during the transition period and early lactation. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 43(4):212-223.

Santos, A.D.F., Torres, C.A.A., Rennó, F.P., Drumond, M.R.S., Freitas Júnior, J.E. 2009. Utilização de óleo de soja em rações para vacas leiteiras no período de transição: consumo, produção e composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.7, p.1363-1371.

Sanz Sampalayo, M.R., Chilliard, Y., Schmidely, P., Boza, J. 2007. Influence of type diet on the constituents of goat and shepp milk. *Small Ruminant Research*, 68:42–63

Silanikove, N., Leitner, G., Merinc, U., Prosser, C.G. 2010. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Research*. 89:110–124.

- Silva, E.M.N., Souza, B.B., Silva, G.A., Azevedo, S.S., Gomes, T.L.S. 2013. Caracterização dos sistemas produtivos de leite de cabra nos cariris paraibano. Revista Caatinga, Mossoró, v. 26, n. 1, p. 63-71.
- Silva, J.H.V., Rodrigues, M.T., Campos, J. 1999. Desempenho de Cabras Leiteiras Recebendo Dietas com Diferentes Relações Volumoso:Concentrado. Revista Brasileira de Zootecnia, v.28, n.6, p.1412-1418.
- Souza, J.S.I. 2004. Enciclopédia agrícola brasileira. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo- EDUSP/ESALQ, 2004. 512p.
- Storck Biodiesel. 2015. Matéria-prima. Curitiba. Disponível em: <http://www.storck.com.br/index5.htm>. Acesso em 25/05/2015.
- Zhu, Z., Hang, S., Mao, S. and Zhu, W. 2014. Diversity of Butyrivibrio Group Bacteria in the Rumen of Goats and Its Response to the Supplementation of Garlic Oil. Asian Australans Journal Animal Science. vol. 27, No. 2:179-186.

Consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição de leite de cabras alimentada com óleo de Buriti

Resumo

Objetivou-se avaliar do óleo de buriti sobre o consumo, digestibilidade e produção do leite de cabras. Foram utilizados dois Quadrados Latinos simultâneos (4 x 4), em que os animais foram distribuídos aleatoriamente, compostos de quatro períodos, e quatro níveis de óleo de buriti (0,00; 1,50; 3,00 e 4,50% na MS) em substituição ao milho moído no concentrado. As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais de caprinos leiteiros (NRC, 2007), constituída de 50% de silagem de milho, e o restante de farelo de soja, farelo de milho, ureia pecuária, calcário calcítico e núcleo mineral. As amostras de alimentos, sobras, fezes e leite foram nos cinco últimos dias de cada período experimental destinado à coleta de dados. Para a digestibilidade aparente, foram usados três ovinos machos castrados para incubação do material. O consumo de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e a fibra em detergente ácido, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais não foram afetados pelo óleo de buriti. Porém, o consumo de extrato etéreo ($P < 0,0001$) aumentou linearmente em 100% na dieta das cabras. A digestibilidade da matéria seca, proteína bruta também não foram afetados pelos níveis de óleo de buriti. No entanto, a digestibilidade do extrato etéreo ($P = 0,0013$) aumentou linearmente, conseqüentemente, reduziu de forma quadrática a digestibilidade da fibra em detergente neutro ($P = 0,0087$), carboidratos totais ($P = 0,0185$) e carboidratos não-fibrosos ($P = 0,0407$) com óleo de buriti na alimentação das cabras. A produção, produção de leite corrigido para 4% de gordura e produção de leite para sólidos totais, a composição química e os componentes do leite de cabras não foram influenciados pelos níveis de óleo de buriti. No entanto, houve tendência no aumento da eficiência alimentar e concentração de gordura do leite das cabras pelo o óleo de buriti. O óleo de buriti pode ser usado em até 4,5% na matéria seca na alimentação das cabras em lactação, sem modificar o consumo matéria seca e proteína bruta e suas digestibilidades, a produção e composição do leite das cabras.

Palavra-chave: alimentação, biohidrogenação, caprinos leiteiros, *Mauritia flexuosa*.

Intake, digestibility of nutrients, production and goat milk composition fed with Buriti oil

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the Buriti oil on intake, digestibility and production of goat milk. Two Latin square (4 x 4) were used, where the animals were randomized, four-period compounds, and four oil levels Buriti (0.00; 1.50; 3.00 and 4.50% in DM) replacing ground corn in the concentrate. The diets were formulated to meet the nutritional requirements of dairy goats, consisting of 50% corn silage and soybean meal remaining, corn bran, livestock urea, limestone and mineral core. Samples of food scraps, feces and milk were the last five days of each experimental period for the data collection. For apparent digestibility were used three male castrated sheep hatching material. Consumption of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber, total carbohydrates, no fiber carbohydrates and total digestible nutrients were not affected by Buriti oil. However, the ether extract intake ($P < 0.0001$) increase linearly from 100% in the diet of goats. The digestibility of dry matter and crude protein were not affected by the Buriti oil levels. However, the digestibility of ether extract ($P = 0.0013$) increased linearly thus reduced quadratically digestibility of neutral detergent fiber ($P = 0.0087$), total carbohydrates ($P = 0.0185$) and carbohydrates non-fibrous ($P = 0.0407$) with Buriti oil in feeding the goats. The production, production of milk corrected to 4% fat and milk production for total solids, chemical composition and goat milk components were not affected by Buriti oil levels. However, there was a trend in increasing feed efficiency and concentration of milk fat of goats by the oil Buriti. The Buriti oil can be used in up to 4.5% of dry matter in the feed of lactating goats, without changing the intake dry matter and crude protein and digestibility, and production of goats milk composition.

Keyword: food, biohydrogenation, dairy goats, *Mauritia flexuosa*.

Introdução

A inclusão de uma fonte de lipídeos nas dietas de cabras em lactação, além de aumentar a densidade energética, e diminuir a mobilização de reservas corporais em fêmeas de alta produção leiteira, diminui a incidência de doenças metabólicas no período de transição (Santos et al. 2009; Rennó et al., 2014; Bezerra et al., 2015). Por outro lado, as fontes de lipídeos de oleaginosas podem auxiliar via nutrição animal na mitigação dos gases do efeito estufa (Morais et al., 2014), pois capturam os íons de hidrogênio livres no rúmen e incorporando-os nas duplas ligações dos ácidos graxos insaturados do óleo.

Neste contexto, o óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) destaca-se principalmente pelos altos teores de ácidos graxos insaturados, especialmente o ácido oleico (73,3-78,73%) em maior proporção, o linoleico (2,4-3,93%) e o linolênico (2,2%) (França et al., 1999; Albuquerque et al., 2003). Esses ácidos, e ainda aumentando a eficiência do depósito de gordura no leite de vacas e cabras em lactação, componente importante na fabricação de derivados do leite na indústria (Fernandes et al., 2008), como queijos e manteigas.

Os ácidos graxos insaturados presentes nos óleos de oleaginosas possuem ação tóxica as bactérias ruminais, principalmente as utilizadoras de fibra dietética, fazendo com que ocorra a biohidrogenação dos ácidos pelas *Butyrivibrio fibrisolvens* (Kepler e Tove, 1967; Zhu et al., 2014). Porém, a biohidrogenação beneficia a produção de ácidos graxos mono e poli-insaturados na composição do leite, que benéfico à saúde humana.

Assim, a inclusão de óleos ou fontes de lipídeos de produtos do biodiesel na dieta de ruminantes (Gonzaga Neto et al., 2015; Oliveira et al. 2015a,b;

Cerruti et al., 2016), muito embora bastante estudada, ainda não esta bem elucidada. Sabe-se, no entanto, que fatores ligados a fontes e níveis de lipídeos, espécie animal, podem altera o consumo de matéria seca e a digestibilidade dos nutrientes em ruminantes (Allen, 2000; Maia et al., 2006), conseqüentemente, alterando a concentração de nutrientes do leite e queijo, especialmente o perfil de ácidos graxos presente na gordura (Cerruti et al., 2015; Oliveira et al., 2015a e 2015b).

Nesse cenário, o óleo de buriti, produto da moagem e extração de seu óleo para a indústria cosmética humana, tem sido estudada como alternativa na dieta de ruminantes (Moreira et al., 2014; Medeiros et al., 2015; Morais et al., 2015), devido à necessidade de formulação de dietas para reduzir custos e aumentar a lucratividade no sistema de produção, sem comprometer leite e suas qualidade (Oliveira et al., 2015b). Para isso, é extremamente importante conhecer os níveis ideais de óleo de buriti na dieta de cabras em lactação. Assim, nossa hipótese é que é possível substituir o milho pelo óleo de buriti na dieta de cabras em lactação, a despeito da densidade energética, sem alterar o consumo e a digestibilidade e melhorando a produção e a composição do leite produzido.

Portanto, o objetivo deste estudo foi determinar o nível eficaz de óleo de buriti para utilização em suplementos para cabras mestiças de Anglonubiana sobre o consumo, digestibilidade, produção e composição do leite de cabras.

Material e métodos

Local do experimento e padrões éticos

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Piauí, campus Professora Cinobelina Elvas, no setor de Ovinocaprinocultura do Colégio Técnico de Bom Jesus, Bom Jesus – PI, nos meses de outubro a dezembro de 2014. O procedimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação com Animais da Universidade Federal de Campina Grande (CEEA/UFCG), sob o número de protocolo 205/2014.

Animais, manejo e dietas

Foram utilizadas quatro cabras Anglonubianas mestiças em média de 50 ± 4 dias de lactação, todas multíparas, com peso vivo médio de 38,40 ± 1,14 kg, tratadas contra ecto e endoparasitas com vermífugo (ivermectina 1% de concentração) antes do início da fase experimental.

Foram utilizados dois Quadrados Latinos simultâneos (4 x 4), em que os animais foram distribuídos aleatoriamente, compostos de quatro períodos, e quatro níveis de óleo de buriti (0,00; 1,50; 3,00 e 4,50% na MS) em substituição ao milho moído no concentrado.

A fase experimental teve duração de 80 dias, subdivididos em quatro períodos com 20 dias cada, sendo que os primeiros 15 dias de cada período foram utilizados para adaptação dos animais às dietas experimentais, e os cinco últimos dias destinados à colheita dos dados. Todos os animais foram mantidos em galpão coberto com telhas de barro, alocadas em baias

individuais (3,9 m²) feitas de tela, com piso cimentado, providas de comedouro e bebedouro.

As dietas experimentais foram formuladas para atender as exigências nutricionais de cabras em lactação com produção de 1,5 kg/cabra/dia e 4% de gordura, segundo as recomendações do NRC (2007). As dietas foram constituídas de silagem de milho com volumoso, e concentrados a base de farelo de soja, ureia pecuária, calcário calcítico, núcleo mineral e óleo de Buriti em níveis crescente (0,00; 1,50; 3,00 e 4,50% na MS) em substituição ao milho moído, utilizando a relação volumoso:concentrado (50:50), permitindo consumo ad libitum e sobras de 20%.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, as 8:00 e 17:30 horas, sempre após a ordenha em proporções iguais. A composição química percentual dos ingredientes da dieta experimental está na Tabela 1, e a composição química percentual da dieta experimental encontra-se na Tabela 2.

Óleo de Buriti utilizado na dieta foi adquirido de um produtor na cidade de Colônia, estado Piauí. O óleo é produzido a partir da polpa do fruto do buriti (*Mauritia flexuosa* L.) através da extração artesanal.

Análise química das dietas, fezes

As coletas das amostras de alimentos, sobras e fezes ocorreram nos últimos cinco dias de cada período experimental, sendo então, acondicionadas em sacos plásticos com as devidas identificações dos tratamentos, animais e período de colheita, armazenadas em freezer a -20°C no Laboratório de Nutrição Animal do Campus Prof^a. Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí (LANA – CPCE/UFPI), Bom Jesus – PI.

Tabela 1. Composição química percentual dos ingredientes da dieta experimental.

Nutrientes (%)	Silagem de milho	Farelo de milho	Farelo de Soja	Óleo de Buriti	Ureia	Calcário calcítico	Núcleo Mineral
Matéria seca	22,97	90,46	91,06	99,88	97,89	99,91	99,00
Matéria Mineral	6,64	1,99	7,26	-	-	-	-
Proteína Bruta	7,73	8,63	47,48	1,06	282,66	-	-
Extrato etéreo	3,99	6,14	1,86	99,43	-	-	-
Fibra em detergente neutro	54,52	13,91	15,82	-	-	-	-
Fibra em detergente neutro (FDNcp)	50,34	11,99	13,46	-	-	-	-
Fibra em detergente ácido	33,20	4,00	9,47	-	-	-	-
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro	12,70	4,30	5,30	-	-	-	-
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido	7,80	0,90	1,80	-	-	-	-
Carboidratos totais	81,84	83,24	43,40	-	-	-	-
Carboidratos não fibrosos	31,30	71,25	29,94	-	-	-	-
Cálcio	-	-	-	-	-	38,00	12,00
Fósforo	-	-	-	-	-	-	3,00

Em seguida, ao termino de cada período experimental as amostras foram descongeladas, homogeneizadas, retirando-se uma amostra composta de cada tratamento, animal e período de aproximadamente 250 gramas. As alíquotas foram pré-secas em estufa com ventilação forçada (55 a 65°C) por 72 horas, sendo que as amostras de dietas e sobras foram moídas em um moinho tipo Wiley com peneiras de malha de 1 milímetro, e as fezes em peneira de 2 mm (Casali et al., 2008).

As análises químicas e bromatológicas dos alimentos, sobras e fezes, foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (LANA – CSTR/UFCG), Patos – PB, sendo feitas as determinações de matéria seca (MS) (Método 967—AOAC, 1990), cinzas (Método 942—AOAC, 1990),

proteína bruta (PB) (Método 981.10—AOAC, 1990), extrato etéreo (EE) (Método 920—AOAC, 1990).

Tabela 2. Composição química percentual da dieta experimental com níveis crescente de inclusão de óleo de Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) em substituição ao milho moído.

Ingrediente	Níveis de substituição (% MS)			
	0,00	1,50	3,00	4,50
Silagem de milho	50,00	50,00	50,00	50,00
Farelo de Soja	10,50	10,44	10,38	10,32
Farelo de Milho	36,50	35,00	33,50	32,00
Óleo de Buriti	-	1,50	3,00	4,50
Ureia	-	0,06	0,12	0,18
Núcleo Mineral ¹	2,00	2,00	2,00	2,00
Calcário Calcítico	1,00	1,00	1,00	1,00
Composição química (%)				
Matéria seca	56,99	57,14	57,28	57,43
Matéria mineral	4,81	4,78	4,74	4,71
Proteína bruta	12,00	12,03	12,06	12,08
Extrato etéreo	3,41	4,79	6,16	7,54
Fibra em detergente neutro	34,00	31,82	31,60	31,38
Fibra em detergente neutro (FDNcp)	30,96	30,77	30,58	30,40
Fibra em detergente ácido	19,05	18,99	18,92	18,86
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NDIN)	0,85	0,84	0,83	0,83
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA)	0,44	0,44	0,44	0,44
Carboidratos totais	79,78	78,41	77,04	75,67
Carboidratos não fibrosos	45,78	46,58	45,44	44,29
Nutrientes digestíveis totais ²	73,01	74,51	76,00	77,49

¹Níveis de segurança do fabricante: Cálcio: 120 (g/kg); Fósforo: 30 (g/kg); Cloro: 198 (g/kg); Sódio: 129 (g/kg); enxofre: 17 (g/kg); Magnésio: 2.500 (mg/kg); Ferro: 1.000 (mg/kg); Manganês: 1.000 (mg/kg); Cobre: 150 (mg/kg); Iodo: 150 (mg/kg); Cobalto: 35 (mg/kg); Selênio: 15 (mg/kg); Flúor: 300 (mg/kg).

²Estimado segundo NRC (2001)

A fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foram determinadas seguindo as recomendações de Van Soest et al. (1991), com o uso de amilase termoestável para retirada do amido, modificada usando tecido não-tecido (TNT). A FDN foi corrigida para cinza e proteína, os resíduos da digestão da FDN e FDA foram incinerados em mufla a 600°C por 2 horas,

para correção do nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e a nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) (Licitra et al. 1996).

Para os cálculos de obtenção dos carboidratos totais (CT), aplicou-se a equação descrita por Sniffen et al. (1992): $CT = 100 - (PB\% + EE\% + Cinzas\%)$. A determinação de carboidratos não-fibrosos (CNF) seguiu as recomendações de Mentens et al. (1997): $CNF = 100 - (PB\% + EE\% + Cinzas\% + FDN\%)$.

Consumo e digestibilidade

O consumo de nutrientes foi determinado a partir da diferença entre a soma da silagem de milho e concentrado ofertado, e da quantidade das sobras dos alimentos das cabras por tratamento, período, quadrado e animal, durante os cinco últimos dias de coletas de dados.

No ensaio de digestibilidade *in situ*, foram coletadas as fezes das cabras direto da ampola retal, do 16º ao 20º dia, com cinco tempos (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 horas) em cada período. Em seguida, as fezes foram armazenadas em sacos plásticos, com as devidas identificações para o armazenamento. Para a determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes, foram usados três ovinos machos da raça Santa Inês, castrados e canulados no rúmen. No ensaio, os ingredientes, sobras de alimentos e fezes foram incubadas *in situ* em sacos de tecido tipo TNT (100 g/cm²) com dimensões de 4 x 5 cm, por um período de 288 horas segundo metodologia descrita por Casali et al. (2008). O material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente ácido e o resíduo considerado FDAi, realizada no LANA – UFCG/CSTR.

A matéria seca fecal (MSF) foi calculada utilizando a equação: $MSF \text{ (kg)} = (\text{Indicador consumido (kg)} / \% \text{ do indicador nas fezes}) * 100$. O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) seguiu as recomendações descritas por Silva e Leão (1979), em que: $CDA = [\text{Consumo de nutrientes (kg)} - \text{Nutriente excretado nas fezes (kg)}] / \text{consumo de nutrientes (kg)} * 100$. O cálculo do consumo dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos pela equação: $CNDT \text{ (kg)} = \text{proteína bruta digestível (PBd)} + \text{fibra em detergente neutro digestível (FDNd)} + \text{extrato etéreo digestível (EEd)*2,25}$. A determinação da eficiência alimentar (EA) foi determinado pela formula: $EA \text{ (kg/kg)} = \text{PLCG} / \text{CMS}$.

Produção e composição de leite

As cabras foram ordenhadas manualmente duas vezes ao dia (06:00 e 16:00 horas), e antes do início da ordenha, as cabras foram submetidas à higienização das tetas com água corrente e secas com papel toalha. Após o término da ordenha, os tetos das cabras foram tratados com solução de iodo glicerinado a 10% para evitar possíveis mastites.

A produção total do leite das cabras foi contabilizada através da soma da produção da manhã e da tarde, pela equação: $PLT \text{ (kg/dia)} = PLM + PLT$, em que PLM é a produção leite da manhã; PLT é a produção de leite da tarde. O controle foi durante os últimos cinco dias de cada período, totalizando 32 registros diários de lactação das cabras.

Para análise da composição química do leite, o leite da produção da manhã e da tarde, entre o 16º e 17º dias das coletas, foram misturados e homogeneizados, sendo então, amostrado uma alíquota de 50 mL de leite

fazendo assim uma amostra composta por animal, período e tratamento. Em seguida, as amostras de leite foram colocadas em recipientes de polietileno com conservante Bronopol® e enviado em caixa térmica com temperatura média de 4°C ao Laboratório do Programa de Gerenciamento de Rebanhos Leiteiros do Nordeste (PROGENE), localizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife - PE. No laboratório foram determinadas as seguintes composições químicas do leite: gordura, proteína, lactose, caseína, ureia, sólidos totais, sólidos não-gordurosos pelo método de espectroscopia do infravermelho, por meio do equipamento Bentley 2000.

A correção do leite para 4% de gordura foi realizada pela equação sugerida pelo Mavrogenis e Papachristoforou (1988): $PLCG\ 4\% (kg/dia) = PL (kg) \times (0,411 + 0,147 \times \%G)$. A correção do leite para sólidos totais foi realizada conforme Tyrrel e Reid (1965), mediante a equação: $LCST = (12,3 \times g\ de\ gordura) + (6,56 \times g\ de\ sólidos\ não\ gordurosos) - (0,0752 \times kg\ de\ leite)$.

Análise estatística

Os dados de consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite foram submetidos à análise de variância e regressão (linear e quadrática), levando em consideração o efeito fixo os níveis de inclusão dos tratamentos (0; 1,5; 3 e 4,5%, na MS), utilizando o PROC ANOVA e REG do software Statistical Analysis System - SAS (2013), versão 9.3., considerou-se significância à 5% de probabilidade. O modelo estatístico adotado para as variáveis analisadas foi o:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$$

Onde é Y_i = i-ésima observação variável dependente Y ; x_i , = valor i das variáveis regressoras; β_0 independente = que representa a intercepção da linha, quando $X = 0$; β_1 = representa a variável regressora no tratamento x_i ; ε_i = erro aleatório associado a cada observação.

Resultados

Consumo e digestibilidade nutrientes

Os níveis de substituição de óleo de buriti não afetaram o consumo de matéria seca ($P=0,5876$), proteína bruta ($P=0,6511$), fibra em detergente neutro ($P=0,1049$) e fibra em detergente ácido ($P=0,6432$) na dieta de cabras (Tabela 3). O consumo médio de matéria seca das cabras foi de 1,66 kg/dia, proteína bruta foi de 0,205 kg/dia.

O consumo de extrato etéreo aumentou linearmente ($P<0,0001$) na dieta com a inclusão de óleo no concentrado, bem como a digestibilidade do extrato etéreo ($P = 0,0014$). Contudo, os níveis de inclusão de óleo de buriti aumentou em 100 pontos percentuais o consumo de extrato etéreo das cabras (Tabela 3).

O consumo dos carboidratos totais ($P=0,2068$), carboidratos não-fibrosos ($P=0,3174$) e os nutrientes digestíveis totais ($P=0,5885$) foram semelhantes entre os níveis experimentais de óleo buriti (Tabela 3).

Os níveis de óleo de buriti incluso na dieta das cabras não afetaram o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca ($P=0,6187$), proteína

bruta ($P=0,9690$) e a fibra em detergente neutro ($P = 0,3804$) não foram influenciadas pelos os níveis de óleo. Bem como, os carboidratos totais ($P=0,6589$), os carboidratos não-fibrosos ($P=0,4253$) que não foram modificados pelo o óleo de buriti (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo de nutrientes de cabras em lactação alimentadas com níveis crescentes de óleo de Buriti em substituição ao milho moído.

Item	Níveis de substituição (% MS)				EPM ¹	P-value*	
	0,00	1,50	3,00	4,50		Lin	Quad
Consumo (kg/animal/dia)							
Matéria seca	1,68	1,70	1,63	1,63	0,09	0,5876	0,9109
Proteína bruta	0,21	0,21	0,2	0,2	0,01	0,6511	0,8365
Extrato etéreo	0,06	0,08	0,10	0,12	0,01	<0,0001	0,9124
Fibra em detergente neutro	0,58	0,55	0,53	0,52	0,03	0,1049	0,7506
Fibra em detergente ácido	0,30	0,30	0,30	0,29	0,02	0,6432	0,7803
Carboidratos Totais	1,34	1,33	1,26	1,23	0,07	0,2068	0,9023
Carboidratos não fibrosos	0,76	0,78	0,73	0,71	0,04	0,3174	0,6785
Nutrientes digestíveis totais	1,35	1,39	1,36	1,39	0,08	0,5885	0,7271
Digestibilidade (%)							
Matéria seca	79,51	77,45	80,55	75,04	4,62	0,6187	0,7089
Proteína bruta	80,22	78,78	83,24	78,97	4,07	0,9690	0,7296
Extrato etéreo	89,90	92,86	96,07	95,49	1,26	0,0014	0,1510
Fibra em detergente neutro	71,33	64,31	68,47	59,13	8,21	0,3804	0,8875
Carboidratos totais	80,53	73,26	80,80	74,61	5,07	0,6589	0,9165
Carboidratos não-fibrosos	73,62	68,97	73,30	64,71	6,23	0,4253	0,7528

*p-value indica as diferenças em cada níveis de substituição linear ou quadrática; ¹Erro padrão da média.

Produção de leite

A produção de leite ($P=0,9323$), e produção de leite corrigido para 4% gordura ($P=0,4264$), produção de leite corrido para sólidos totais ($P=0,5191$)

não foram afetados pelos níveis de óleo de buriti na dieta (Tabela 4). A média de produção de leite e produção de leite corrido para 4% de gordura foi de 1,00 e 1,15 kg/animal/dia, respectivamente.

Houve uma tendência para o aumento de 13,85% de a eficiência alimentar ($P=0,0795$) das cabras com a adição de óleo de buriti no concentrado (Tabela 3). Foi observada tendência na concentração de gordura ($P=0,0875$), com incremento de 15,20% na concentração percentual da gordura do leite de cabras.

Tabela 4. Produção e composição química do leite cabra alimentada com níveis crescentes de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) em substituição ao milho moído.

Item	Níveis de substituição (MS %)				EPM ¹	P-value*	
	0,00	1,50	3,00	4,50		Lin	Quad
Produção (kg/animal/dia)							
Leite	1,00	1,02	0,97	1,03	0,09	0,9323	0,8413
Correção para 4% de gordura	1,09	1,16	1,14	1,21	0,09	0,4264	0,9943
Correção para sólidos totais	1,17	1,23	1,21	1,28	0,10	0,5191	0,9679
Eficiência alimentar	0,65	0,68	0,69	0,74	0,03	0,0795	0,8718
Composição química							
Gordura (%)	4,67	4,97	5,21	5,38	0,30	0,0875	0,8280
Proteína (%)	3,86	3,74	3,77	3,76	0,15	0,7075	0,7080
Caseína (%)	3,25	3,16	3,17	3,14	0,14	0,6141	0,8164
Lactose (%)	4,45	4,49	4,48	4,49	0,04	0,5731	0,7078
Nitrogênio uréico no leite (mg/dL)	18,32	18,78	18,78	19,12	0,99	0,583	0,9516
Sólidos totais (%)	13,91	14,15	14,46	14,64	0,42	0,1921	0,9443
Sólidos não gordurosos (%)	9,24	9,18	9,25	9,26	0,14	0,8262	0,7825

*p-value indica as diferenças em cada níveis de substituição linear ou quadrática; ¹Erro padrão da média.

A suplementação lipídica de óleo de buriti nas dietas das cabras não promoveu efeito significativo na concentração de proteína ($P=0,7075$) e na produção da proteína ($P=0,8085$) no leite das cabras. A concentração de

caseína ($P=0,6141$), lactose ($P=0,5731$) e nitrogênio uréico ($P=0,5830$) do leite de cabras não apresentaram diferença para os níveis de óleo de buriti (Tabela 4).

Óleo de buriti em diferentes níveis não influenciou a concentração ($P=0,1921$) e a produção ($P=0,6361$) de sólidos totais, assim como a concentração ($P=0,8262$) e produção ($P=0,9321$) de sólidos não gordurosos presentes no leite de cabra (Tabela 4).

Discussão

O consumo de matéria seca e proteína bruta na dieta das cabras não foram afetados pelos níveis de óleo de buriti, possivelmente em decorrência da similaridade da composição química da dieta experimental (Tabela 2), uma vez que as dietas foram formuladas para apresentar as mesmas proporções de volumoso:concentrado (50:50) e serem isonitrogenadas.

O consumo médio de matéria seca (1,66 kg/animal/dia) das cabras do presente experimento foram de acordo com as recomendações do NRC (2007), no entanto, abaixo do observado por Silva et al. (2010) em cabra Saanen. Uma das possíveis causas para o menor consumo de matéria seca das cabras mestiças, deve-se ao fato da menor capacidade ingestiva e sua baixa produção de leiteira (1,00 kg de leite/dia), uma vez que a capacidade produtiva é diretamente proporcional ao consumo de matéria seca. O consumo de proteína bruta das cabras foi semelhante ao estudo de Lana et al. (2005), testando óleo de soja e extrato etanólico de própolis na alimentação de cabras Saanen.

O aumento na digestibilidade do extrato etéreo é atribuído ao alto consumo deste nutriente pelas cabras, em decorrência da maior concentração do extrato etéreo nas dietas experimentais (Tabela 2). Silva et al. (2013) trabalhando com diferentes níveis de suplementação de torta de dendê em vacas em pastejo, e Gonzaga Neto et al. (2015) avaliando várias fontes do subproduto ou resíduos do biodiesel na suplementação de vacas em pastejo, verificaram aumento significativo no consumo de extrato etéreo pelos os animais, uma vez que os subprodutos da cadeia do biodiesel possuem altos teores de extrato etéreo em sua composição, assim como óleo de buriti utilizado nessa pesquisa.

A produção média (1,00 kg/animal/dia) de leite das cabras foi compatível com o consumo de matéria seca entre os níveis de óleo de buriti (Tabela 3), no entanto, foram semelhantes a Fernandes et al. (2008), e inferior dos achados Silva et al. (2010).

A composição química do leite das cabras apresentaram médias de gordura (5,05%), proteína (3,78%), sólidos não-gordurosos (9,23%) e lactose (4,47%), quem atenderam os requisitos mínimo exigidos pela Instrução Normativa 37 para o leite de cabra (BRASIL, 2000). Esse resultados estão de acordo com Fernandes et al. (2008) e Queiroga et al. (2010) que usaram óleo de licuri na dieta de cabras mestiças Moxotó. Segundo Heinlein (2004) e Sanz Sampalayo (2007), a qualidade nutricional desse leite em varias partes do mundo, é bastante utilizado para o combate da desnutrição infantil, bem como, para disfunções digestivas, uma vez que os nutrientes do leite de cabras possuem alta digestibilidade nutricional na alimentação humana.

Entretanto, a tendência no aumento da gordura do leite de cabras, muito embora não ter havido influencia pela suplementação do óleo de buriti, houve acréscimo de 0,71 pontos percentuais na gordura no leite das cabras, provavelmente devido a maior disponibilidade de NEFA plasmático no sangue disponível para síntese de gordura na glândula mamária (Chilliard et al., 2003). Uma vez que o NEFA, triglicerídeos e os ácidos graxos de cadeia curta (acetato e butirato) da digestão ruminal, via síntese *de novo*, formando os glóbulos de gordura na glândula mamária. Dessa forma, atribuindo maior rentabilidade do produto na indústria láctea (Fernandes et al., 2008), bem como a melhoraria na concentração de gordura em animais com menor teor de gordura, como as raças especializadas em produção de leite, com a utilização de fontes de lipídeos, como o óleo de buriti, na dieta das cabras. Vale salientar que, a concentração de gordura no leite variar entre espécies, raças, fontes e níveis de lipídeos (Fernandes et al., 2008; Silva et al., 2010; Oliveira et al., 2015a).

Conclusões

Recomenda-se a substituição do milho moído pelo o óleo de buriti na alimentação de cabras em até 4,5% da MS do concentrado, resultando em melhor eficiência alimentar da dieta.

A produção e a composição química do leite de cabras não foram alteradas pelos níveis de óleo de buriti na alimentação, mantendo os requisitos mínimos exigidos pela legislação brasileira para consumo humano.

Referências bibliográficas

Albuquerque, M.L.S., Guedes, I., Alcântara Júnior, P., More, S.G.C. 2003. Infrared absorption spectra of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil. *Vibrational Spectroscopy*, 33:127–131.

Allen, M.S. 2000. Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*. 83:1598–1624.

AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. 1990. *Official Methods of Analysis*, 12th ed.; Association of Official Analytical Chemistry: Washington, DC, USA.

Bezerra, L.R., Oliveira Neto, C.B., Araújo, M.J., Edvan, R.L., Oliveira, W.D.C., Pereira, F.B. 2014. Major metabolic diseases affecting cows in transition period. *International Journal of Biology*; vol. 6, Nº. 3.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regulamento Técnico de produção, identidade e qualidade do leite de cabra. Instrução Normativa nº 37 de 31 de outubro de 2000. *Diário Oficial da União*, Brasília, 8 de novembro de 2000.

Casali, A.O.; Detmann, E.; Valadares Filho, S.C.; Pereira, J.C.; Henriques, L. T.; Freitas, S.G.; Paulino, M.F. (2008). Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.37, n.2, p.335-342.

Cerutti, W.G., Viegas, J., Barbosa, A.M., Oliveira, R.L., Dias, C.A., Costa, E.S., Nornberg, J.L., Carvalho, G. G.P., Bezerra, L.R., and Silveira, A.M. 2016.

Fatty acid profiles of milk and Minas frescal cheese from lactating grazed cows supplemented with peanut cake. *Journal of Dairy Research*, 83:42–49.

Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., Lamberet, G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science*, v. 86, Issue 5, Pages: 1.751-1.770.

Fernandes, M.F., Queiroga, R.C.R.E., Medeiros, A.N., Costa, R.G., Bomfim, M.A.D., Braga, A.A. 2008. Características físico-químicas e perfil lipídico do leite de cabras mestiças Moxotó alimentadas com dietas suplementadas com óleo de semente de algodão ou de girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.4, p.703-710.

França, L.F., Reber, G., Meireles, M.A.A., Machado, N.T., Brunner, G. 1999. Supercritical extraction of carotenoids and lipids from buriti (*Mauritia flexuosa*), a fruit from the Amazon region. *Journal of Supercritical Fluids*, 14:247–256.

Gonzaga Neto, S., Oliveira, R.L., Lima, F.H.S., Medeiros, A.N., Bezerra, L.R., Viégas, J., Nascimento Júnior, N.G., Freitas Neto, M.D. 2015. Milk production, intake, digestion, blood parameters, and ingestive behavior of cows supplemented with by-products from the biodiesel industry. *Tropical Animal Health Product*. 47:191–200.

Jenkins, T.C. 1993. Lipid metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, v. 76, n. 12, p. 3851-3863.

Kepler, C.R. and Tove, S.B. 1967. Biohydrogenation of Unsaturated Fatty Acids - III Purification and properties of a linoleate Δ^{12} -cis, Δ^{11} -trans-isomerase from

Butyrivibrio fibrisolvens. The Journal Of Biological Chemistry, Vol. 242, No. 24, Issue of December 25, pp. 5686-5692.

Lana, R.P., Camardelli, M.M.L., Queiroz, A.C., Rodrigues, M.T., Eifert, E.C., Miranda, E.N., Almeida, I.C.C. 2005. Óleo de Soja e Própolis na Alimentação de Cabras Leiteiras. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.2, p.650-658, 2005.

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

Maia, F.J., Branco, A.F., Mouro, G.F., Coneglian, S.M., Santos, G.T., Minella, T.F., Macedo, F.A.F. 2006. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.4, p.1496-1503.

Mavrogenis, A.P. and Papachristoforou, C.H.R. 1988. Estimation of the Energy Value of Milk and Prediction of Fat-Corrected Milk Yield in Sheep and Goats. Small Ruminant Research, 1: 229-236.

Medeiros, F.F., Silva, A.M.A., Carneiro H., Araujo, D.R.C., Moraes, R.K.O., Moreira, M.N., Bezerra, L.R. 2015. Fontes proteicas alternativas oriundas da cadeia produtiva do biodiesel para alimentação de ruminantes. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, vol. 67, 519–526.

Mertens, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. Journal of Dairy Science, 80, 1463–1481.

Morais, R.K.O., Silva A.M.A., Bezerra, L.R., Carneio H., Moreira, M.N., Medeiros, F.F. 2015. In vitro degradation and total gas production of byproducts generated in the biodiesel production chain. *Acta Scientiarum Animal Sciences* , vol.37, 143–148.

Moreira, M.N., Silva, A.M.A., Carneiro, H., Bezerra, L.R., Moraes, R.K., Medeiros, F.F. 2014. In vitro degradability and total gas production of biodiesel chain byproducts used as a replacement for cane sugar feed. *Acta Scientiarum. Animal Science*, vol. 36, 399–403.

NRC. National Research Council. 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants*. Washington, D.C.: National Academies, 362p.

Oliveira, R., Faria, M., Silva, R., Bezerra, L., Carvalho, G., Pinheiro, A., Simionato, J. and Leão, A. 2015a. Fatty acid profile of milk and cheese from dairy cows supplemented a diet with palm kernel cake. *Molecules*, 20, 15434-15448.

Oliveira, R.L., Gonzaga Neto, S., Lima, F.H.S., Medeiros, A.N., Bezerra, L.R., Pereira, E.S., Balgado, A.R., Pellegrini, C.B. and Correia, B.R. Composition and fatty acid profile of milk from cows supplemented with pressed oilseed cake. *Animal Science Journal*, 2015b.

Queiroga, R.C.R.E., Maia, M.O., Medeiros, A.N., Costa, R.G., Pereira, R.A.G., Bomfim, M.A.D. 2010. Produção e composição química do leite de cabras mestiças Moxotó sob suplementação com óleo de licuri ou de mamona. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.1, p.204-209.

Rennó, F.P., Freitas Júnior, J.E., Gandra, J.R., Maturana Filho, M., Verdurico, L.C, Rennó, L.N., Barletta, R.V., Vilela, F.G. 2014. Effect of unsaturated fatty acid supplementation on digestion, metabolism and nutrient balance in dairy cows during the transition period and early lactation. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 43(4):212-223.

Santos, A.D.F., Torres, C.A.A., Rennó, F. P., Drumond, M.R.S., Freitas Júnior, J.E. 2009. Utilização de óleo de soja em rações para vacas leiteiras no período de transição: consumo, produção e composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.7, p.1363-1371.

SAS. INSTITUTE. SAS/STAT User's Guide: version 9.3. Cary: North Caroline, 2013.

Silva, G.L.S., Silva. A.M.A., Nóbrega, G.H., Azevedo, S.A., Pereira Filho, J.M., Alcalde, C.R. 2010. Consumo, digestibilidade e produção de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 32, n. 1, p. 47-53.

Silva, R.L.N.V., Oliveira, R.L., Ribeiro, O.L., Leão, A.G., Carvalho, G.G.P., Ferreira, A.C., Pinto, L.F.B., Pereira, E.S. 2013. Palm kernel cake for lactating cows in pasture: intake, digestibility, and blood parameters. *Italian Journal of Animal Science*. vol. 12:42. Page, 257-264.

Silva. J.F.C., Leão. M.I. 1979. Fundamentos de nutrição de ruminantes. Piracicaba: Livroceres. 380p.

Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., Russel, J.B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II, Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577.

Tyrrel, H.F. and Reid, J.T. Prediction of energy value of cow's milk. 1965. *Journal of Dairy Science*, v.48, n.9, p.1215-1223.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583–3597.

Zhu, Z., Hang, S., Mao, S. and Zhu, W. 2014. Diversity of *Butyrivibrio* Group Bacteria in the Rumen of Goats and Its Response to the Supplementation of Garlic Oil. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)*. Vol. 27, No. 2: 179-186.

Perfil de ácidos graxos e características sensoriais do leite de cabras alimentadas com níveis crescentes de óleo de buriti

Resumo

Objetivou-se avaliar do óleo de Buriti sobre o perfil de ácidos graxos do leite e as características sensoriais do leite de cabras. Foram utilizados dois Quadrados Latinos simultâneos (4 x 4), em que os animais foram distribuídos aleatoriamente, compostos de quatro períodos, e quatro níveis de óleo de Buriti (0,00; 1,50; 3,00 e 4,50% na MS) em substituição ao milho moído no concentrado. As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais de caprinos leiteiros (NRC, 2007), constituída de 50% de silagem de milho, e o restante de farelo de soja, farelo de milho, ureia pecuária, calcário calcítico e núcleo mineral. As amostras de leite foram coletados nos cinco últimos dias de cada período experimental, e armazenados em freezer a 4°C, para posterior análise. Foram analisadas as concentrações dos perfis dos ácidos graxos saturados, de cadeia curta, média e longa, e insaturados, índice de aterogenicidade, atividade enzimática da $\Delta 9$ -dessaturase do C16 e C18, da gordura do leite das cabras, análise sensorial do leite, quanto a aceitação, odor, sabor e cor. O óleo de Buriti na alimentação das cabras reduziu linearmente os ácidos graxos saturados hipercolesterolêmicos, tais como o C12:0 ($P < 0,0001$) e C14:0 ($P < 0,0001$), assim como o índice de aterogenicidade ($P < 0,0001$). Em contrapartida, os ácidos graxos insaturados C18:0 ($P = 0,0012$), C18:1c9 ($P = 0,0035$) aumentaram com os níveis de óleo avaliados. No entanto, o ácido graxo C18:2c9t11 teve comportamento quadrático ($P > 0,0001$) com a produção máxima observada 0,62 g/100 g de gordura no nível de 1,50% de óleo de Buriti. As características sensoriais do leite não foram ($P > 0,05$) alteradas pelos níveis de óleo de Buriti. Todavia, o óleo de Buriti pode ser usado até 1,50% na MS em substituição ao milho moído, para produção de C18:2c9t11 (ácido linoleico conjugado). O óleo de Buriti até 4,50% na matéria seca não alterar as características sensórias do leite das cabras.

Palavra chave: *flavor*, CLA, lipídeos, *Mauritia flexuosa*, sabor.

Fatty acid profile and sensory characteristics of milk of goats fed with increasing levels of Buriti oil

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the Buriti oil on the fatty acid profile of milk and sensory characteristics of goat milk. Two were used Latin square (4 x 4) where the animals were randomized, four-period compounds, and four oil levels Buriti (0.00; 1.50; 3.00 and 4.50% in DM) replacing ground corn in the concentrate. The diets were formulated to meet the nutritional requirements of dairy goats, consisting of 50% corn silage and soybean meal remaining, corn bran, livestock urea, limestone and mineral core. The milk samples were collected in the last five days of each experimental period, and stored in a freezer at 4 °C for further analysis. The concentration profiles were analyzed from saturated fatty acids, short, medium and long chain and unsaturated atherogenicity index, enzymatic activity of $\Delta 9$ desaturase of C16 and C18, the fat of goats milk, milk sensory analysis, as acceptance, odor, taste and color. Buriti oil in the feed goats linearly reduced hypercholesterolemic saturated fatty acids such as C12:0 ($P < 0.0001$) and C14:0 ($P < 0.0001$) as well as atherogenicity index $P < 0.0001$. In contrast, the unsaturated fatty acids C18:0 ($P = 0.0012$), C18:1C9 ($P = 0.0035$) increased the levels of this oil. However, the fatty acid C18:2c9t11 had a quadratic response ($P < 0.0001$) with the maximum production observed 0.62 g/ 100g of fat at the level of 1.50% of Buriti oil. The sensory characteristics of milk were not ($P > 0.05$) altered by the Buriti oil levels. However, the Buriti oil can be used up to 1.50% DM replacing ground corn for the production of C18:2c9t11 (conjugated linoleic acid). The Buriti oil to 4.50% in the dry matter not alter the sensory characteristics of goats milk.

Keyword: *flavor*, CLA, lipids, *Mauritia flexuosa*, *flavor*.

Introdução

O leite de cabra já foi amplamente discutido com relevância sobre o potencial antialérgico, e de seus valores nutricionais para alimentação e segurança alimentar da população mundial (Haenlein, 2004; Sanz Sampelayo et al., 2007). O leite é uma importante fonte de ácidos graxos (FA) na dieta humana, no entanto, há preocupações de saúde devido às altas concentrações de ácidos graxos saturados (AGS) na gordura deste alimento. Mais importante ainda, o ácido láurico (C12:0), ácido mirístico (C14:0) e ácido palmítico (C16:0) que tem sido relacionados com efeitos negativos para a saúde humana, especialmente, no aumento do risco de doenças cardiovasculares (Oliveira et al., 2015).

As fontes de lipídeos como tortas e óleos geradas a partir da cadeia do biodiesel na dieta de ruminantes é motivo de estudos em varias partes do mundo, tendo como objetivo principal, aumentar o perfil de ácidos graxos insaturados do leite os quais são benéficos à saúde humana, e em contrapartida, reduzindo os ácidos graxos saturados láurico, mirístico e palmítico, considerados hipercolesterêmicos (Cerruti et al., 2015).

Dentre esses coprodutos, está o óleo de buriti, palmeira das regiões Norte e Nordeste do Brasil (Manhães, 2007), possui alto teores de ácidos graxos insaturados, como o ácido graxo oleico (73,3-78,73%) em maior proporção, o linoleico (2,4-3,93%) e o linolênico (2,2%) (França et al., 1999; Albuquerque et al. 2003). Contudo, esses ácidos graxos, principalmente o ácidos linoleico, uma vez no rúmen, são biohidrogenados a metabolitos intermediários e utilizados na

síntese de ácidos graxos, tais como o ácido esteárico e linoleico conjugado (CLA) (Chlillard et al., 2013).

Portanto, é importante determinar a quantidade ótima de óleo de buriti para substituir o farelo de milho na dieta de cabras em lactação. Também a hipótese de que a utilização de óleo de buriti na dieta de cabras em lactação pode melhorar o perfil de ácidos graxos do leite sem prejudicar a aceitação do produto pelo consumidor. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o perfil de ácidos graxos da gordura do leite e as características sensoriais de cabras alimentadas com níveis de óleo de buriti em substituição ao milho moído.

Material e métodos

Local do experimento e padrões éticos

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Piauí, campus Professora Cinobelina Elvas, no setor de Ovinocaprinocultura do Colégio Técnico de Bom Jesus, Bom Jesus – PI, nos meses de outubro a dezembro de 2014. O procedimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação com Animais da Universidade Federal do Piauí (CEEAA/UFPI), sob o número de protocolo 016/2014.

Animais, manejo e dietas

Foram utilizadas oito cabras mestiças de Anglonubiana em média de 50 dias de lactação, todas multíparas, com peso vivo médio de $38,40 \pm 1,14$ kg. Os animais foram tratados contra ecto e endoparasitas com vermífugo (ivermectina 1% de concentração) antes do início da fase experimental.

Foram utilizados dois Quadrados Latinos simultâneos (4 x 4), em que os animais foram distribuídos aleatoriamente, compostos de quatro períodos, e quatro níveis de óleo de buriti (0,0; 1,5; 3 e 4,5% na MS) em substituição ao milho moído no concentrado.

A fase experimental teve duração de 80 dias, subdivididos em quatro períodos com 20 dias cada, sendo que os primeiros 15 dias de cada período foram utilizados para adaptação dos animais às dietas experimentais, e os cinco últimos dias destinados à colheita dos dados. Todos os animais foram mantidos em galpão coberto com telhas de barro, alocadas em baias individuais (3,9 m²) feitas de tela, com piso cimentado, providas de comedouro e bebedouro.

As dietas experimentais foram formuladas para atender as exigências nutricionais de cabras em lactação com produção de 1,5 kg/cabra/dia e 4% de gordura, segundo as recomendações do NRC (2007). A dieta foi constituída de silagem de milho com volumoso, e concentrados a base de farelo de soja, ureia pecuária, calcário calcítico, núcleo mineral e óleo de Buriti em níveis crescente (0,0; 1,5; 3,0 e 4,5% na MS) em substituição ao milho moído, utilizando a relação volumoso:concentrado (50:50). A composição química da dieta experimental (Tabela 1). As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, as 8:00 e 17:30 horas, sempre após a ordenha em proporções iguais, permitindo consumo ad libitum e sobras de 20%.

Óleo de buriti utilizado na dieta foi adquirido de um produtor na cidade de Colônia, estado Piauí. O óleo foi produzido a partir da polpa do fruto do buriti (*Mauritia flexuosa* L.) através da extração artesanal.

Determinação dos AG do leite

O leite para análise dos ácidos graxos foi coletado no 15º, 17º e 19º dias do período experimental de cada tratamento. Ao final de cada período, foram feitas amostras compostas por animal, período e tratamento, que em seguida, o leite foi colocado em recipiente de polietileno para formação de cristais de gelo em ultra freezer por -40 °C por 12 horas, logo após esse tempo, o leite foi colocado para secagem no liofilizador por 24 horas (Marca do liofilizador).

As amostras do leite seco no liofilizador foram enviadas para Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal da Universidade de São Paulo – USP, Campus Piracicaba, Piracicaba – SP.

No Laboratório, o leite foi submetido à transmetilação das amostras seguindo as recomendações Christie (1982). As amostras de leite foram analisadas em cromatógrafo a gás (modelo Focus CG- Finnigan), com detector de ionização de chama, coluna capilar CP-Sil 88 (Varian), com 100 m de comprimento por 0,25 µm de diâmetro interno e 0,20µm de espessura do filme. O hidrogênio foi utilizado como gás de arraste, numa vazão de 1,8mL/min. O programa de temperatura do forno inicial foi de 70 °C, tempo de espera 4 min, 175°C (13 °C/min) com tempo de espera 27 min, 215°C (4 °C/min) no tempo de espera 9 min., e em seguida aumentando 7 °C/min. até 230 °C, permanecendo por 5min., totalizando 65 min. Sendo que a temperatura do vaporizador e do detector, foi de 250 e 300 °C respectivamente.

No extrato esterificado, foi retirado uma alíquota de 1 µL do extrato esterificado de cada amostra de leite, que foi injetado no cromatógrafo (Hara e Radin, 1978).

Tabela 1. Composição e percentual química da dieta experimental com níveis crescente de inclusão de óleo de Buriti (*Mauritia flexuosa* L.).

Ingrediente	Níveis de substituição (% MS)			
	0	1,5	3	4,5
Silagem de milho	50,00	50,00	50,00	50,00
Farelo de Soja	10,5	10,44	10,38	10,32
Farelo de Milho	36,5	35	33,5	32
Óleo de Buriti	-	1,50	3,00	4,50
Ureia	-	0,06	0,12	0,18
Núcleo Mineral ¹	2,00	2,00	2,00	2,00
Calcário Calcítico	1,00	1,00	1,00	1,00
Composição química (%)				
Matéria seca	56,99	57,14	57,28	57,43
Matéria mineral	4,81	4,78	4,74	4,71
Proteína bruta	12,00	12,03	12,06	12,08
Extrato etéreo	3,41	4,79	6,16	7,54
Fibra em detergente neutro	34,00	31,82	31,6	31,38
Fibra em detergente neutro (FDNcp)	30,96	30,77	30,58	30,4
Fibra em detergente ácido	19,05	18,99	18,92	18,86
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NDIN)	0,85	0,84	0,83	0,83
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA)	0,44	0,44	0,44	0,44
Carboidratos totais	79,78	78,41	77,04	75,67
Carboidratos não fibrosos	45,78	46,58	45,44	44,29
Nutrientes digestíveis totais ²	73,01	74,51	76,00	77,49
Ácidos graxos (% MS)				
C12:0	0,00	0,00	0,00	0,00
C14:0	0,76	0,77	0,78	0,79
C15:0	0,01	0,02	0,02	0,02
C16:0	18,27	18,3	18,33	18,35
C16:1c9	0,06	0,06	0,06	0,05
C17:0	0,04	0,05	0,07	0,08
C18:0	6,43	6,46	6,48	6,61
C18:0c9	1,12	1,09	1,05	1,02
C18:1c9	24,16	24,87	25,59	26,3
C18:1c11t13	2,04	1,97	1,9	1,84
C18:2n6	38,05	37,34	36,63	35,92
C18:3n3	2,99	2,99	2,99	2,99
C20:0	0,18	0,18	0,19	0,19
C22:0	0,08	0,11	0,14	0,16
C24:0	0,08	0,08	0,09	0,09

A identificação dos ácidos graxos foi feita pela comparação dos tempos de retenção e as percentagens dos ácidos graxos foram obtidas através do software – Chromquest 4.1 (Thermo Electron, Italy). Os ácidos graxos foram identificados por comparação com os seus tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga, utilizando os padrões Supelco TM Component FAME Mix (cat 18919 Supelco, Bellefonte, PA). Os ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos, e os resultados dos ácidos graxos foram expressos em percentual de área (%).

A atividade das enzimas Δ^9 -dessaturase e elongase foram determinadas utilizando o modelo matemático descrito por Malau-Aduli et al. (1997) pela equação: índice Δ^9 -dessaturase 16 = $100 [(C16:1cis9) / (C16:1cis9 + C16:0)]$; índice Δ^9 dessaturase 18 = $100 [(C18:1cis9) / (C18:1cis9 + C18:0)]$; índice elongase = $100 [(C18:0 + C18:1cis9) / (C16:0 + C16:1cis9 + C18:0 + C18:1cis9)]$; e o índice de aterogenicidade, que relaciona o perfil de ácidos graxos com potencial para causar desordens cardiovasculares, foi calculado com o perfil de ácidos graxos do leite de acordo com Ulbricht e Southgate (1991), usando a seguinte equação: $AI = [C12:0 + (C14:0 \times 4) + C16:0] / (\text{total de ácidos graxos insaturados})$, sendo que, C12 = percentual de ácido láurico relativo do total de ácidos graxos, C14 = percentual de ácido mirístico relativo do total de ácidos graxos, e C16 = percentual de ácido palmítico relativo do total de ácidos graxos.

Além do IA, foram determinados o perfil dos ácidos graxos de cada ingrediente da dieta: ácidos graxos saturados (AGS), ácidos gordos

insaturados (AGI), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e ácidos graxos poli-insaturados (AGPI); ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), ácidos graxos de cadeia média (AGCM) e ácidos graxos de cadeia longa (AGCL); as relações entre AGI e AGS; a proporção de ácido vacênico (C18: 1) e esteárico (C18: 0); e a proporção dos ácidos graxos *trans* no total de ácidos graxos com 18 carbonos (C18).

Análise sensorial do leite

O leite para análise sensorial, composto pelo tratamento, animal e período, foi retirado do freezer para descongelar lentamente em refrigerador com temperatura média de 4°C, e em seguida, foi feita pasteurização lenta (65°C/30 minutos) e acondicionado em recipiente de polietileno para posterior análise.

Para análise sensorial, selecionaram-se provadores entre funcionários terceirizados, professores e alunos do Campus Professora Cinobelina Elvas – UFPI, com idades entre 20 e 56 anos, com disponibilidade de tempo e interesse em realizar as análises. Os provadores receberam prévio treinamento para realização da análise sensorial do leite de cabra.

As avaliações sensoriais foram feitas de acordo com Moraes (1985), em cabines individuais, longe de ruídos e odores, em horário pré-estabelecidos, realizada três horas após o almoço. As amostras contendo 50 mL foram resfriadas e servidas à temperatura de 7°C para cada provador alocados nas cabines, onde receberam quatro amostras, distribuídas aleatoriamente, codificadas com três dígitos numéricos, sugerido por Ferreira et al. (2000). Em

cada cabine, os provadores recebiam biscoito cream-cracker para limpar o palato e água filtrada para lavar a boca entre as amostras.

Os provador receberam fichas de avaliações para os atributos de odor característico, cor, sabor característico, sabor rançoso e sabor amargo, de acordo com metodologia de Faria e Yotsuyanagi (2002), com escala de intensidade de 9 pontos, variando extremamente fraco a extremamente forte, e ainda, análise hedônica para atributos de cor e sabor (ANEXO 1).

Análise estatística

Os dados do perfil de ácidos graxos do leite foram submetidos à análise de variância e regressão, levando em consideração o modelo os níveis de inclusão dos tratamentos (0; 1,5; 3 e 4,5%, na MS) utilizando o PROC ANOVA e REG (linear e quadrática) do software Statistical Analysis System - SAS (2013), versão 9.3., considerou-se a significância á 5% de probabilidade. O modelo estatístico adotado para as variáveis analisadas foi o:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$$

onde, Y_i = i-ésima observação variável dependente Y; x_i , = valor i das variáveis regressoras; β_0 independente = que representa a intercepção da linha, quando $X = 0$; β_1 = representa a variável regressora no tratamento x_i ; ε_i = erro aleatório associado a cada observação.

Na análise sensorial do leite foram submetidas ao teste de médias não-paramétrico Kruskal-Wallis do software SAS (2013), versão 9.3., com significância de 5% de probabilidade entre os tratamentos utilizados.

Resultados

Perfil de AG do leite das cabras

O perfil de ácidos graxos do leite de cabras com diferentes níveis de óleo de buriti na dieta estão na Tabela 3. Os ácidos graxos C4:0 ($P=0,4262$), (C6:0 ($P=0,2869$), C11:0 ($P=0,0755$), C16:0 ($P=0,9954$), C20:0 ($P=0,3239$), C18:1c12 ($P=0,7519$), C18:1c13 ($P=0,9711$), C18:1c15 ($P=0,2899$), C20:4n-6 ($P=0,0696$), C20:5n3 ($P=0,7897$), C22:6n3 ($P=0,3697$) presente no leite das cabras foram semelhante entre os níveis de óleo de buriti usado nas dietas.

O somatório da relação dos ácidos graxos trans/C18:0 ($P=0,7992$) do leite não foram influenciados pela a suplementação de óleo de buriti (Tabela 4). Entretanto, os ácidos graxos saturados, o C8:0 ($P=0,0094$), C10:0 ($P<0,0001$), C12:0 ($P<0,0001$), C13:0 ($P=0,0263$), C14:0 ($P<0,0001$), C15:0 ($P<0,0001$), C17:0 ($P<0,0001$), C22:0 ($P=0,0022$) e C24:0 ($P<0,0001$) da gordura do leite de cabras, apresentaram redução linear com a inclusão de óleo de buriti nas dietas testadas (Tabela 3).

O C18:0 ($P=0,0012$) apresentou incremento linear em sua deposição no leite. Todavia, a deposição do ácido graxo C18:0 considerando os níveis de óleo (1,5; 3 e 4,5%) avaliados, o aumento foram de 15,07%, 53,24% e 48,14%, quando foram confrontado com o nível 0% no presente estudo (Tabela 3).

Em contrapartida, os ácidos graxos C22:0 ($P=0,0003$), C24:0 ($P<0,0001$) e os outros ácidos graxos ($P<0,0001$) da gordura do leite de cabras apresentaram efeito linear negativo para os níveis de substituição do óleo de buriti.

Tabela 3. Produção de ácidos graxos (g/ 100g de ácidos graxos) do leite de cabras em diferentes níveis de óleo de buriti em substituição milho moído.

Ácidos graxos	Níveis de substituição (% MS)				EPM ¹	P-value*	
	0	1,5	3	4,5		Lin	Quad
C4:0	1,68	1,70	1,68	1,88	0,16	0,4262	0,5987
C6:0	2,10	2,12	2,11	1,83	0,17	0,2869	0,3992
C8:0	2,63	2,60	2,26	2,13	0,15	0,0094	0,7276
C10:0	9,35	8,70	7,23	6,49	0,47	<0,0001	0,9230
C11:0	0,15	0,12	0,11	0,10	0,02	0,0755	0,6264
C12:0	4,77	3,86	3,12	2,58	0,25	<0,0001	0,4648
C13:0	0,15	0,13	0,12	0,11	0,01	0,0263	0,9355
C14:0	8,73	8,02	6,61	5,89	0,43	<0,0001	0,9960
C15:0	0,97	0,81	0,70	0,64	0,04	<0,0001	0,2229
C16:0	25,14	23,67	24,15	24,99	0,86	0,9954	0,1823
C17:0	0,65	0,33	0,24	0,30	0,05	<0,0001	0,0011
C18:0	10,30	11,85	15,79	15,26	1,16	0,0012	0,3831
C20:0	0,18	0,18	0,19	0,19	0,01	0,3239	0,9836
C22:0	0,03	0,03	0,02	0,02	0,00	0,0022	0,6928
C24:0	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	<0,0001	0,0076
Outros Saturados	1,38	1,37	1,18	1,02	0,05	<0,0001	0,1507
C14:1c9	0,18	0,14	0,11	0,08	0,02	0,0001	0,6779
C16:1c9	1,14	1,00	0,92	0,86	0,05	0,0001	0,4193
C18:1-trans	1,67	2,34	1,84	3,38	0,37	0,0111	0,2676
C18:1c9	20,34	22,65	23,44	24,95	1,04	0,0035	0,6973
C18:1c11	1,46	1,66	2,03	1,79	0,14	0,0355	0,1163
C18:1c12	0,76	0,76	0,84	0,76	0,06	0,7519	0,7724
C18:1c13	0,43	0,43	0,45	0,42	0,03	0,9711	0,6467
C18:1t15	0,08	0,10	0,20	0,13	0,05	0,2899	0,4053
C18:1t16	0,28	0,36	0,38	0,40	0,03	0,0040	0,0904
C18:2c9t11	0,49	0,62	0,47	0,23	0,05	<0,0001	<0,0001
C18:2c9t12	2,63	2,25	1,91	1,51	0,13	<0,0001	0,9267
C18:3n-3	0,07	0,08	0,08	0,07	0,01	0,6780	0,0415
C18:3n-6	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,0027	0,1477
C20:1	0,08	0,10	0,09	0,16	0,01	0,0002	0,0998
C20:4n6	0,11	0,10	0,08	0,08	0,01	0,0696	0,6910
C20:5n3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,7897	0,3147
C22:5	0,03	0,03	0,02	0,02	0,00	0,0025	0,6877
C22:6n3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,3697	0,7366
Outros Insaturados	0,32	0,26	0,20	0,13	0,03	<0,0001	0,9544

*p-value indica as diferenças em cada níveis de substituição; ¹Erro padrão da média.

Essa redução linear também foi observadas para os ácidos graxos monoinsaturados C14:1c9 ($P<0,0001$) e C16:1c9 ($P<0,0001$) da gordura do leite pelos níveis de óleo de buriti em substituição milho moído na alimentação das cabras, bem como o conteúdo dos ácidos graxos poli-insaturados C18:3n-6 ($P=0,0027$), C18:2c9t12 ($P<0,0001$), C22:5 ($P=0,0025$), para os outros ácidos graxos insaturados ($P<0,0001$) e a atividade da Δ^9 -dessaturase 18 ($P=0,0002$) observados nessa pesquisa (Tabela 3).

Houve aumento linear da deposição dos ácidos C18:1-trans ($P=0,0111$), C18:1c9 ($P=0,0035$), C18:1c11($P=0,0355$) e C20:1 ($P=0,0002$) pelos níveis de óleo de buriti na alimentação das cabras (Tabela 3). Entretanto, o ácido graxo C18:2c9t11 ($P=0,0008$) e C18:3n-3 ($P=0,0415$), tiveram comportamento quadrático positivo em relação aos níveis de óleos utilizado, bem como, a máxima deposição do ácido graxos C18:c9t11 e C18:3n-3, foram alcançados com nível de 1,5% e 1,72% de óleo de buriti em substituição na alimentação das cabras.

O perfil dos ácidos graxos do leite de cabras alimentadas com diferentes níveis de óleo de buriti influenciou negativamente, o conteúdo total dos ácidos graxos saturados ($P=0,0245$), assim como os ácidos graxos insaturados de cadeia curta ($P=0,0005$) e os de cadeia média ($P=0,0001$). No entanto, os ácidos graxos insaturado de cadeia longa ($P<0,0001$) apresentou aumento linear de 24,45% com os níveis de óleo de buriti testados (Tabela 4).

Os ácidos graxos insaturados ($P=0,0195$), monoinsaturados ($P=0,0011$) apresentaram efeito linear positivo com a inclusão de óleo de buriti na dieta. Já

o somatório dos ácidos graxos poli-insaturados ($P<0,0001$) diminuiu com o aumento dos níveis de óleo de buriti na ração dos animais (Tabela 4).

Tabela 4. Efeito do óleo de buriti em substituição ao milho moído no perfil de ácidos graxos do leite de cabras.

Item	Níveis de substituição (% MS)				EPM ¹	P-value*	
	0,00	1,50	3,00	4,50		Lin	Quad
Somatório							
Saturado	68,33	65,59	65,61	63,53	1,36	0,0245	0,8105
Insaturado	30,33	33,17	33,20	35,10	1,31	0,0195	0,7172
Monoinsaturado	26,96	29,95	30,66	33,16	1,21	0,0011	0,8401
Poli-insaturado	3,37	3,22	2,55	1,94	0,16	<0,0001	0,1633
Cadeia curta	15,78	15,12	13,28	12,33	0,72	0,0007	0,8400
Cadeia média	42,37	38,81	36,79	36,03	1,08	0,0001	0,1959
Cadeia longa	40,30	44,64	48,60	50,12	1,25	<0,0001	0,2688
Relação							
Insaturado/saturado	0,45	0,51	0,51	0,55	0,03	0,0230	0,8161
Σ Trans/C18:0	0,25	0,30	0,19	0,27	0,03	0,7992	0,6402
C18:1/C18:0	2,07	1,92	1,66	1,64	0,15	0,0249	0,6778
Atividade enzimática							
Δ^9 dessaturase 16	4,39	4,07	3,70	3,35	0,21	0,0006	0,9348
Δ^9 dessaturase 18	68,58	65,65	64,25	61,94	2,46	0,0002	0,7705
Elongase	53,76	58,31	60,92	60,95	1,11	<0,0001	0,0465
AI ²	2,20	1,80	1,65	1,47	0,11	<0,0001	0,3308

*p-value indica as diferenças em cada níveis de substituição; ¹Erro padrão da média; ²Índice de aterogenicidade.

No entanto, a relação de ácidos graxos insaturados/saturados ($P=0,0230$), e a atividade da enzima elongase dos ácidos graxos ($P<0,0001$) foram aumentadas pelos níveis de óleo utilizados na dieta de cabras. Contudo, C18:1/C18:0 ($P=0,0249$), Δ^9 -dessaturase 16 ($P=0,0006$) e o AI ($P<0,0001$) foram afetados negativamente pela inclusão de óleo de buriti na dieta das cabras (Tabela 4).

Perfil Sensorial do leite

A inclusão óleo de buriti não afetaram a análise sensorial do leite de cabras para os critérios de aceitação, como a cor ($P=0,2501$) e sabor ($P=0,3172$) do leite das cabras. Foi observada a máxima pontuação para odor e sabor, com as médias de 6,87 e 6,12 respectivamente, para a dieta com tratamento com 3,0% de óleo de buriti na alimentação das cabras, caracterizado pelos os avaliadores, como gostei levemente (Tabela 5).

Tabela 5. Pontuações médias de aceitação do leite cabras alimentadas com níveis crescentes de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) em substituição ao milho moído.

Item	Níveis de substituição (% MS)				P-value*
	0,00	1,50	3,00	4,50	
Odor	5,50	5,38	6,88	5,13	0,2501
Sabor	4,50	4,63	6,13	5,75	0,3172

Médias na linha com mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($P>0,05$).

A análise sensorial do leite de cabras para odor estranho ($P=0,917$), cor característico ($P=0,5666$), sabor característico ($P=0,0268$), sabor adocicado ($P=0,1211$) e sabor rançoso ($P=0,2501$) não foram afetados com a inclusão de óleo de buriti no concentrado das cabras, em substituição ao milho. Para odor estranho, o leite das cabras foi considerado pelos avaliadores como levemente fraco (média de 4,06) para os níveis 1,5 e 4,5%, moderadamente fraco (média 3,50) para o nível de 0% e muito fraco (média 2,88) para o nível 3% de óleo de buriti. Já o leite das cabras foi considerado levemente branco (média 3,57) nos níveis 0, 3 e 4,5%, e muito branco (média 2,88) no nível de 1,5% de óleo de buriti para cor característico (Tabela 6).

O sabor característico do leite foi considerado pelos os avaliadores como indiferente (média 5,30) e levemente fraco (média 4,25) para o nível de 1,5%. Para o sabor adocicado de leite de cabras, os avaliadores consideraram o sabor levemente fraco (média 4) no tratamento de 0% de óleo, sendo que os níveis 1,5 e 3% de óleo, ambos foram avaliados como sabor moderadamente fraco (média 3,75), e muito fraco (média 2) no nível 4,5% de óleo de buriti. Já o sabor rançoso do leite, foi observado sabor rançoso levemente fraco (média 4,23) entre os níveis 0,0; 1,5 e 3% e muito fraco (média 2,88) para 4,5% de substituição do óleo de buriti (Tabela 6).

Tabela 6. Médias da sensorial dos aspectos característicos e sabores do leite de cabras alimentadas com níveis crescentes de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) em substituição ao milho moído.

Item	Níveis de substituição (MS%)				P-value*
	0,00	1,50	3,00	4,50	
Aspectos característicos					
Odor estranho	3,50	4,13	2,88	4,00	0,6917
Cor característico	3,25	2,88	3,63	3,88	0,5666
Sabores					
Característicos	5,14	5,75	4,25	5,00	0,5268
Adocicado	4,00	3,75	3,00	2,00	0,1211
Rançoso	4,00	4,25	4,43	2,88	0,2501

Médias na linha com mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($P > 0,05$).

Discussão

O óleo de buriti na alimentação das cabras promoveu reduções significativas no perfil de ácidos graxos saturados de cadeia curta (C8:0) e média (C12:0 e C14:0) na gordura do leite, com atenção especial aos ácidos graxos hipercolesterolêmicos, como os ácidos graxos C12:0, C14:0 e C16:0. O

ácido graxo que mais nos chama a atenção foi ácido graxo C14:0, com máxima redução de 32,53% no nível de 4,5% de óleo de buriti, o que superou o registrado por Oliveira et al. (2015a) com redução de 13% na gordura do leite em vacas suplementadas em com torta de dendê em pastejo. Maia et al. (2006) observaram reduções ainda maiores para o ácido mirístico da gordura do leite de cabras com inclusão na alimentação de óleo de arroz, óleo de canola e óleo de soja em 38,55; 43,07 e 43,84% respectivamente.

Possivelmente, o óleo de buriti rico em ácido oleico tenha inibido a síntese de novo no tecido da glândula mamária, dos ácidos graxos de cadeia curta e média (C8:0, C12:0, C14:0) presente nesse estudo (Chilliard et al., 2003). Todavia, a menor deposição do ácido graxo C12:0 e C14:0 foram suficientes para provocar diminuição do índice de aterogenicidade (IA) na gordura do leite de cabras.

A deposição de ácidos graxos insaturados de cadeia longos e ácidos insaturados na gordura do leite, é sintetizada através da biohidrogenação ruminal e no metabolismo da glândula mamária, envolvendo principalmente a enzima Δ^9 -dessaturase, a partir do ácido graxo insaturado C18:1c9 e C18:2c9t12 (Chilliard, 2003). Uma vez que o ácido C18:0 é o produto final da biohidrogenação ruminal do ácido graxos C18:1c9, sendo que o ácido graxo C18:0 é extraído do sangue pela glândula mamária e com ação da enzima Δ^9 -dessaturase, para sintetizar o ácido graxo C18:1c9 óleo no leite (Bernard et al., 2005). No entanto, a redução linear da atividade da enzimática da Δ^9 -dessaturase da glândula mamária pode ter sofrido efeito negativo devido ao aumento da concentração, via uma alta síntese ruminal da biohidrogenação, de

ácido graxo C18:1c9 da gordura do leite das cabras (Tabela 3), o que pode ter comprometido a atividade da enzima Δ^9 -dessaturase (Tabelas 1 e 3).

Comparado os resultado da inclusão do óleo de buriti na dieta das cabras, observou a produção máxima do ácido C18:2c9t11 em 0,62 g/100 g de gordura do leite das cabras para o tratamento com 1,5% de óleo de buriti, associado a redução do ácido graxo C18:3n-6 na secreção do leite, que possivelmente está ligado a efeitos inibidores dos ácidos poli-insaturados da dieta sobre a enzima Δ^9 -dessaturase (Bernard et al., 2009). Consequentemente, justificado pela redução na quantidade de ácidos poli-insaturados do leite das cabras (Tabela 4).

Em contraste, o C18:2c9511 do leite é um componente importante na saúde humana, principalmente como agente inibidor de células cancerígenas (Parodi, 1999). Nos últimos anos, vários pesquisadores voltaram seus estudos na melhoria e qualidade nutricional para produzir alimentos funcionais, através da nutrição animal com uso de diferentes fontes de lipídeos para promover o aumento do C18:2c9511 no leite de vacas e cabras (Oliveira et al., 2015a, 2015b; Bernard et al., 2005, 2009).

O leite de cabra no Brasil enfrenta resistência no consumo por uma pequena parcela da população, sendo pela falta de informação sobre os benefícios do leite de cabras a saúde humana (Haenlein, 2004; Sanz Sampelayo et al. 2007), ou ainda, por falta de manejo adequada na produção de leite provocando *off-flavor* ou sabor rançoso (Costa 2008). Sendo assim, o sabor rançoso do leite de cabra não interferiu o sabor característico e adocicado do leite, uma vez que o sabor rançoso do leite foi considerado

levemente e muito fraco para os níveis de óleo de buriti. O que proporcionou no teste de aceitação do leite, uma pontuação de gostei levemente para o consumo com nível de 3,0% de óleo de buriti na dieta, quando se levou em consideração o sabor (6,12) e odor (6,38), os quais foram pontuados como gostei levemente.

Pereira et al. (2010) não notaram diferença nas propriedades organolépticas e de aceitabilidade sensorial do leite de cabras alimentadas com 3 e 5% de óleo de licuri e mamona, no entretanto, atribui o sabor rançoso do leite de cabras ao perfil de ácidos graxos insaturados sendo mais reativo que os ácidos graxos saturados. Embora nessa pesquisa os ácidos graxos insaturados tenham aumentado pela inclusão de óleo de buriti, as características do leite de cabras foram preservadas (Tabela 4 e 5).

Conclusões

O óleo de buriti utilizado na dieta de cabras em lactação até o nível de 4,5% na MS, em substituição ao milho moído reduz os ácidos graxos saturados de cadeia média ou hipercolesterolêmicos, e o índice de aterogenicidade.

A inclusão do óleo de buriti na dieta das cabras aumenta os níveis de ácido graxo C18:0 e C18:1c9 no leite de cabras, sendo recomendado o nível de 1,5% de óleo de buriti para a máxima produção do ácido graxo C18:2c9t11.

A inclusão de óleo de buriti preservou as características organolépticas e de aceitabilidade e do leite de cabras entre os níveis avaliados.

Referências bibliográficas

Albuquerque, M.L.S., Guedes, I., Alcantara Júnior, P., More, S.G.C. 2003. Infrared absorption spectra of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil. *Vibrational Spectroscopy*, 33:127–131.

Bernard L., Rouel, J., Leroux, C., Ferlay, A., Faulconnier, Y., Legrand, P., and Chilliard, Y. 2005. Mammary lipid metabolism and milk fatty acid secretion in alpine goats fed vegetable lipids. v.88, Issue 4, Pages 1478-1489.

Bernard, L., Shingfield, K.J., Rouel, J., Ferlay, A., and Chilliard, Y. 2009. Effect of plant oils in the diet on performance and milk fatty acid composition in goats fed diets based on grass hay or maize silage. *British Journal of Nutrition*. 101, 213–224.

Cerutti, W.G., Viegas, J., Barbosa, A.M., Oliveira, R.L., Dias, C.A., Costa, E.S., Nornberg, J.L., Carvalho, G. G.P., Bezerra, L.R., and Silveira, A.M. 2016. Fatty acid profiles of milk and Minas frescal cheese from lactating grazed cows supplemented with peanut cake. *Journal of Dairy Research*, 83 42–49.

Chilliard, Y., Torala, P.G., Shingfield, K.J., Rouela, J., Leroux, C., Bernard. L. 2014. Effects of diet and physiological factors on milk fat synthesis, milk fat composition and lipolysis in the goat: A short review. *Small Ruminant Research* 122: 31–37.

Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., Lamberet, G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science*, v. 86, Issue 5, Pages: 1.751-1.770.

- Christie, W.W. 1982. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. *Journal of Lipid Research* v. 23, p. 1072.
- Faria, E.V., Yotsuyanagi, K. 2002. *Técnicas de Análise Sensorial*. Campinas: ITAL/LAFISE, 116 p.
- Franca, L. F., Reber, G., Meireles, M.A.A., Machado, N.T., Brunner, G. 1999. Supercritical extraction of carotenoids and lipids from buriti (*Mauritia flexuosa*), a fruit from the Amazon region. *Journal of Supercritical Fluids*, 14:247–256.
- Haenlein, G.F.W. 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*. 51: 155-163.
- Hara, A., Radin, N.S. 1978. Lipid extraciton of tissues with low-toxicity solvent. *Analitical Biochemistry*, v 90, p.420-426.
- Maia, F.J., Branco, A.F., Mouro, G.F., Coneglian, S.M., Santos, G.T., Minella, T.F., Macedo, F.A.F. 2006. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1496-1503.
- Malau-Aduli, A.E.O., Siebert, B.D., Bottema, C.D.K., and Pitchford, W.S. 1997. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*, 48, 715–722.
- Manhães, L.R.T. 2007. *Caracterização da polpa de buriti (Mauritia flexuosa, Mart.): um potente alimento funcional*. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 78p. Dissertação Mestrado.

Moraes, M.A.C. 1985. Métodos de Avaliação Sensorial dos Alimentos. Campinas: UNICAMP – Faculdade de Engenharia de Alimentos, 85 p.

NRC. National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Washington, D.C.: National Academies, 362p.

Oliveira, R., Faria, M., Silva, R., Bezerra, L., Carvalho, G., Pinheiro, A., Simionato, J., and Leão, A. 2015a. Fatty acid profile of milk and cheese from dairy cows supplemented a diet with palm kernel cake. *Molecules*, 20, 15434-15448.

Oliveira, R.L., Gonzaga Neto, S., Lima, F.H.S., Medeiros, A.N., Bezerra, L.R., Pereira, E.S., Balgado, A.R., Pellegrini, C.B. and Correia, B.R. 2015b. Composition and fatty acid profile of milk from cows supplemented with pressed oilseed cake. *Animal Science Journal*.

Parodi, P.W. 1999. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. Symposium: a bold new look at milk fat. *Journal of Dairy Science* 82:1339–1349.

Pereira, R.A.G., Oliveira, C.J.B., Medeiros, A.N., Costa, R.G., Bomfim, M.A.D., Queiroga, R.C.R.E. 2010. Physicochemical and sensory characteristics of milk from goats supplemented with castor or licuri oil. *Jornal of Dairy Science*. Vol. 93, Issue 2, Pages 456–462

Sanz Sampalayo, M.R., Chilliard, Y., Schmidely, Ph., Boza, J. 2007. Influence of type diet on the constituents of goat and shepp milk. *Small Ruminant Research*, 68:42–63.

Ulbricht, T.L.V. and Southgate, D.A.T. 1991. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *Lancet*, 338, 985–992.

Anexo 1

Análise Descritiva Quantitativa Simplificada (ADQ)

Nome: _____

Produto: _____ Data _____

Você irá receber 4 amostras codificadas para provar e deverá dar sua opinião, usando a escala abaixo para descrever sua idéia a respeito do produto em análise. Tome um pouco de água antes da 1ª amostra. Após provar a 1ª amostra como um pedaço do biscoito fornecido e espere pela segunda amostra

- | | |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">Odor estranho</p> <p>9 – extremamente forte</p> <p>8 – muito forte</p> <p>7 – moderadamente forte</p> <p>6 – levemente forte</p> <p>5 – indiferente</p> <p>4 – levemente fraco</p> <p>3 – moderadamente fraco</p> <p>2 – muito fraco</p> <p>1 – extremamente fraco</p> | <p style="text-align: center;">Cor Característico</p> <p>9 – extremamente amarelo</p> <p>8 – muito amarelo</p> <p>7 – moderadamente amarelo</p> <p>6 – levemente amarelo</p> <p>5 – indiferente</p> <p>4 – levemente branco</p> <p>3 – moderadamente branco</p> <p>2 – muito branco</p> <p>1 – extremamente branco</p> |
|--|---|

Amostras	Odor característico	odor estranho
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Observações _____

Sabores característico/ adocicado/rançoso

- 9 – extremamente forte
- 8 – muito forte
- 7 – moderadamente forte
- 6 – levemente forte
- 5 – indiferente
- 4 – levemente fraco
- 3 – moderadamente fraco
- 2 – muito fraco
- 1 – extremamente fraco

Amostras	Sabor característico	Sabor adocicado	Sabor rançoso
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Observações _____

Muito Obrigado!

Teste Hedônico

Nome: _____

Produto: _____ Data _____

Você irá receber 4 amostras codificadas para provar e deverá dar sua opinião, usando a escala abaixo para descrever sua idéia a respeito do produto em análise. Tome um pouco de água antes da 1ª amostra. Após provar a 1ª amostra como um pedaço do biscoito fornecido e espere pela segunda amostra.

Odor	Amostras	Odor
9 – gostei muitíssimo	_____	_____
8 – gostei muito	_____	_____
7 – gostei moderadamente	_____	_____
6 – gostei levemente	_____	_____
5 – indiferente	_____	_____
4 – desgostei levemente	_____	_____
3 – desgostei moderadamente	_____	_____
2 – desgostei muito	_____	_____
1 – desgostei muitíssimo	_____	_____

Observações _____

Sabor	Amostras	Odor
9 – gostei muitíssimo	_____	_____
8 – gostei muito	_____	_____
7 – gostei moderadamente	_____	_____
6 – gostei levemente	_____	_____
5 – indiferente	_____	_____
4 – desgostei levemente	_____	_____
3 – desgostei moderadamente	_____	_____
2 – desgostei muito	_____	_____
1 – desgostei muitíssimo	_____	_____

Observações _____