

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ABACATE (*Persea americana* Mill.) NA ALIMENTAÇÃO DE
CABRAS: PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PERFIL DE ÁCIDOS
GRAXOS NO LEITE E PARÂMETROS RUMINAIS**

FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção do
título de Doutor.

BOTUCATU - SP

Julho - 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ABACATE (*Persea americana* Mill.) NA ALIMENTAÇÃO DE
CABRAS: PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PERFIL DE ÁCIDOS
GRAXOS NO LEITE E PARÂMETROS RUMINAIS**

FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ
Medico Veterinário e Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. HERALDO CÉSAR GONÇALVES

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção do
título de Doutor.

BOTUCATU - SP
Julho – 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

P293a Pastor López, Francisco Javier, 1975-
Abacate (*Persea americana* Mill.) na alimentação de cabras: produção, composição e perfil de ácidos graxos no leite e parâmetros ruminais / Francisco Javier Pastor López. - Botucatu : [s.n.], 2015
vii, 91 f. : grafs., ils. color., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2015
Orientador: Heraldo César Gonçalves
Inclui bibliografia

1. Caprino - Alimentação. 2. Ácidos graxos. 3. Ruminação. 4. Produção de leite. I. Gonçalves, Heraldo César. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

DEDICO

A meu pai, **Francisco Javier Pastor Morales**

(In memoriam)

AGRADECIMENTOS

À minha família, Graciela Contreras Gonzalez, Francisco Manuel Pastor Contreras, Maria Guadalupe López Estrada, Claudia Elena Pastor López.

Ao Programa de Apoio a Estudantes de Doutorado do Exterior (PAEDEX) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Florestais, Agrícolas e Pecuárias de México (INIFAP), pelo apoio à minha formação no doutorado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão do financiamento do projeto de pesquisa.

Aos professores Heraldo Cesar Gonçalves, Paulo Roberto de Lima Meirelles, Simone Fernandes, Gil Ignacio Lara Canizares, Helen Fernanda Barros Gomes, André Michel de Castilhos, Otávio Rodrigues Machado Neto.

Aos meus amigos Andréia Cristina Toniolo Cháviri, Lucas Schimidt Dibbern, Gisele Setznagl, Antonio Carlos de Jesus Oliveira Martins, Carlos Eduardo Godoi, Marco Antonio Gonzales de Carvalho, Mario Lima, Acsa Otto Luxinger.

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	01
1.1. O leite caprino.....	03
1.2. Os lipídios.....	05
1.3. Lipólise, biohidrogenação, absorção dos ácidos graxos e formação do CLA.....	07
1.4. Principais efeitos dos lipídios na fermentação ruminal.....	10
1.5. O efeito dos lipídios na produção e composição do leite.....	12
1.6. Ácido linoléico conjugado.....	15
1.7. O abacate e suas propriedades nutricionais.....	17
Referências Bibliográficas.....	22

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE DE CABRAS ANGLO-NUBIANAS ALIMENTADAS COM POLPA E ÓLEO DE ABACATE (<i>Persea americana</i> Mill.).....	31
Resumo.....	32
Abstract.....	33
Introdução.....	34
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussão.....	41
Conclusão.....	49
Referências.....	50

CAPÍTULO 3

CONSUMO E PARÂMETROS RUMINAIS EM CABRAS ALIMENTADAS COM

POLPA E ÓLEO DE ABACATE (*Persea americana* Mill.).....58

Resumo.....59

Abstract.....60

Introdução.....61

Material e Métodos.....64

Resultados e Discussão.....71

Conclusão.....80

Referências.....80

CAPÍTULO 4

IMPLICAÇÕES.....90

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Distribuição de isômeros de ácido linoléico conjugado (C18:2) na gordura do leite de bovino, caprino e ovino (g/100g de CLA).....	16
Tabela 2. Variedades de abacate e respectivas épocas de maturação no Estado de São Paulo.....	19

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Ingredientes e composição nutricional do concentrado e dietas experimentais (% MS).....	38
Tabela 2. Composição bromatológica (% MS) da forragem e da polpa de abacate utilizados na alimentação das cabras.....	38
Tabela 3. Perfil de ácidos graxos (g/100g de gordura) do capim-tobiatã (<i>Panicum maximum</i> cv. Tobiatã), concentrados e suplementos utilizados no experimento.....	40
Tabela 4. Consumos médios diários de nutrientes em função dos tratamentos experimentais.....	42
Tabela 5. Produção e composição do leite das cabras alimentadas com dietas experimentais.....	44
Tabela 6. Perfil de ácidos graxos do leite (g/100g de gordura) de cabras que receberam dieta controle, dieta com polpa de abacate e dieta com óleo de abacate.....	45
Tabela 7. Valores percentuais de ácidos graxos da gordura de leite (g/100g de gordura)	49

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Ingredientes e composição nutricional do concentrado e dietas experimentais (% MS).....	66
Tabela 2. Composição bromatológica (% MS) da forragem e da polpa de abacate utilizados na alimentação das cabras.....	66
Tabela 3. Perfil dos ácidos graxos do capim, dos concentrados e dos suplementos fornecidos (g/100g de gordura) no experimento.....	68
Tabela 4. Consumos médios diários de nutrientes em função das dietas experimentais.....	72
Tabela 5. Resumo de análise de variância para os parâmetros ruminais em função das dietas (D), tempo de coleta (TC) e interação D * TC.....	73
Tabela 6. Médias dos parâmetros ruminais em função das dietas e equações de regressão em função do tempo de coleta.....	74

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 1

Figura 1. Principais passos da biohidrogenação do ácido linoléico a ácido esteárico pelos microrganismos do rúmen.....	09
Figura 2. Principais variedades de abacate comercializadas no Estado de São Paulo.....	18

CAPÍTULO 3

Figura 1. Concentração de N-NH ₃ no rúmen por dieta em função dos tempos de coleta.....	75
Figura 2. Valores de pH ruminal em função dos tempos de coleta (horas).....	76
Figura 3. Concentração ruminal de ácido graxos de cadeia curta (AGCC) em função dos tempos de coleta (horas).....	77
Figura 4. Concentração de ácido butírico (But) no rúmen por dieta em função dos tempos de coleta.....	78
Figura 5. Relação entre ácido acético / propiônico em função dos tempos de coleta.....	79

CAPÍTULO 1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O leite caprino na América Latina e especialmente no Brasil é produzido em pequenas propriedades que utilizam mão de obra familiar, sendo a alimentação do rebanho o item de maior custo, uma vez que ainda é grande a utilização do milho e do farelo soja como suprimento de energia e proteína, respectivamente. Como esses produtos são considerados “commodities”, estão sujeitos a grandes flutuações de preço no mercado mundial. No Brasil quando ocorre elevação de preço desses produtos, eles conseguem abalar a rentabilidade de atividades consolidadas como a suinocultura e avicultura, em atividades mais simples como a criação de pequenos ruminantes, estas oscilações podem decretar a inviabilidade econômica.

Embora com vasta diversidade de espécies, existem poucas informações sobre a utilização intensiva das pastagens e de outras fontes alimentares tropicais que podem ser utilizadas nas dietas de pequenos ruminantes, principalmente caprinos, que possuem hábito alimentar inquisitivo (VAN SOEST, 1994). O estudo de novos alimentos pode contribuir na redução da dependência das “commodities”, reduzir custos de produção e/ou melhorar a qualidade do leite e seus derivados.

Em relação à qualidade de alimentos, houve nos últimos anos um aumento no número de pessoas preocupadas com a saúde e uma busca incessante por alimentos nutritivos, saudáveis e funcionais (BOMFIM et al., 2011). Por definição, alimento funcional é aquele que além de suas funções nutricionais básicas, produz efeito metabólico ou fisiológico ou algum outro efeito benéfico sobre a saúde dos consumidores sendo sua ingestão segura, sem a necessidade da supervisão de um médico (GAGLIOSTRO et al., 2006; BOMFIM et al., 2011).

Esses alimentos tem ganhado espaço, já que nas últimas décadas a obesidade humana tem aumentado no Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, em consequência das mudanças sociais, econômicas, demográficas, tecnológicas e culturais (SANTOS et al., 2013). Essas mudanças contribuíram para o aumento das doenças crônicas não transmissíveis, como a hipertensão arterial, hipercolesterolêmica, diabetes e problemas causadores de doenças cardiovasculares, consideradas como a primeira causa de morte há pelo menos quatro décadas no Brasil (COUTINHO et al., 2008; SANTOS et al., 2013). O consumo excessivo de alimentos gordurosos ou que

apresentem em sua constituição maiores proporções de ácidos graxos saturados são apontados como os principais causadores dessas doenças (SANTOS et al., 2013).

1.1 O leite caprino

O leite de cabra apresenta alta digestibilidade, alcalinidade distinta quando comparada ao leite de vaca e maior capacidade tamponante, e dessa forma, é considerado alimento funcional, sendo usado principalmente na alimentação de crianças que apresentam algum tipo de intolerância às proteínas do leite de vaca (FISBERG et al., 1999; AZAMBUJA; SOUZA, 2001; MARTÍNEZ, 2013).

O fator determinante no potencial alergênico de uma proteína é sua resistência à digestão, sendo a β -Lactoglobulina apontada como a principal causadora de reações alérgicas no leite, cujo efeito é potencializado na presença de concentrações maiores da α S1-caseína (BEVILACQUA et al., 2001). Segundo Martin e Grosclaude (1993) o leite de cabra apresenta menores teores de α S1-caseína, quando comparado ao leite de outros ruminantes, possuindo assim menor potencial alergênico, pois favorece a formação de coágulos finos e suaves, facilitando a absorção e tolerância. Por sua vez Azambuja e Souza (2001), acrescentam que o conteúdo da α S1-caseína no leite de cabra é de 15%, enquanto no leite de vaca, este valor corresponde a 38%.

Além de seu menor potencial alergênico, o leite de cabra também é recomendado para idosos e enfermos que apresentam dificuldades na digestão de gorduras, em função do pequeno tamanho dos glóbulos de gordura (2 μ m vs 3-5 μ m de leite de vaca), além dos baixos teores da proteína aglutinina, que agrupa os glóbulos de gordura para formar estruturas maiores. Com concentrações menores, as células são dispersas e podem ser facilmente atacados pelas enzimas digestivas (CHACÓN, 2005).

Os ácidos graxos do leite provem de duas fontes principais: os sintetizados na glândula mamária a partir do acetato em que predominam os ácidos graxos de cadeia curta a média (C4:0 a C16:0); e os incorporados aos triacilglicerídeos na corrente sanguínea com cadeias longas, C16:0 a < C22:0 (RIBEIRO et al., 2011). A gordura do leite de cabra contém menor percentual de ácidos graxos de cadeia curta (C4:0 e C6:0) e

maior de média (C8:0 a C12:0) do que o leite de vaca, facilitando a digestibilidade e favorecendo o esvaziamento gástrico (AZAMBUJA; SOUZA, 2001; HAENLEIN, 2004). Segundo Liao et al. (2011) os ácidos graxos de cadeia média, em humanos, são rapidamente absorvidos no intestino sem a necessidade de utilização de lipase pancreática e são transportados pela veia porta para o fígado, onde são rapidamente oxidados, gerando energia, não participando do ciclo do colesterol e não sendo estocados em depósitos de gordura.

Num experimento em que ratos foram suplementados com leite de cabra ou leite de vaca, o lácteo caprino teve um efeito diminuidor do colesterol total e dos níveis de lipoproteína de baixa densidade (HAENLEIN, 2004), indicando o potencial efeito benéfico do leite caprino para este fim, além do fornecimento de nutrientes.

Nas últimas décadas o leite de cabra tem despertado o interesse da indústria de laticínios para a fabricação de iogurtes e queijos sofisticados. Embora com futuro promissor por apresentar características favoráveis ao bem estar e saúde dos consumidores, apresenta como ponto negativo na sua constituição maior quantidade de ácidos graxos de cadeia longa saturada e menor de insaturados que o leite de vaca (SHINGFIELD et al., 2008). Dessa forma o direcionamento a ser adotado é a seleção de animais que transmitam a seus descendentes, leite com características saudáveis ao consumidor, e do ponto de vista ambiental, optar por ações de manejo alimentar que possam ser implementadas nesse sentido.

Do ponto de vista do manejo alimentar um dos esforços está direcionado para o aumento dos níveis do ácido linoléico conjugado (CLA) no leite em virtude de suas inúmeras propriedades benéficas a saúde humana. Tentativas nessa direção foram realizadas com adição de lipídeos, na forma de óleos vegetais, na dieta de cabras (MIR et al., 1999; CHILLIARD et al., 2007; FERNANDES et al., 2008; SANTOS et al., 2011; MARTÍNEZ-MARÍN et al., 2012).

O problema da adição de óleos vegetais na dieta é que ele pode aumentar o custo de produção do leite e reduzir a renda do produtor, que em algumas regiões já é remunerado por qualidade bacteriológica e de constituintes, mas ainda não é remunerado pela produção de alimentos com características funcionais. No caso de

caprinos leiteiros o problema se agrava em função do pequeno tamanho das propriedades, que geralmente utilizam mão de obra familiar, com margem de lucro pequena em função do custo da alimentação que representa cerca de 60% do total. Dessa forma os produtores não devem ficar na dependência da compra de óleos vegetais para melhorar a qualidade do leite. A utilização de alimentos produzidos na propriedade, ou mesmo sobras de frutos e tubérculos, pode se constituir em alternativas viáveis para alimentação dos animais e melhoria da qualidade do leite.

Dentro das inúmeras opções, as polpas de frutas e dentre elas, o abacate (*Persea americana* Mill.), apresenta elevado teor de lipídeos na polpa, ao redor de 16% (TANGO et al., 2004), vitamina E (α -tocoferol) e ácidos graxos, sendo as gorduras monoinsaturadas o componente dominante, com o ácido oléico representando de 31,77 a 50,30% (MASSAFERA et al., 2010; ARIZA et al., 2011). O Brasil é considerado um dos maiores produtores mundiais, cuja produção em 2013 foi de 157 mil toneladas (IBGE, 2012) com diversas variedades sendo cultivadas (ANDRADE, 2012). A produção de abacate por árvore é em média de 100 kg (SALAZAR-GARCÍA et al., 2007). A colheita da maior parte das variedades inicia-se no segundo semestre e se prolonga até o início do ano seguinte (TANGO et al., 2004), que coincide com a época de parição natural das cabras e safra de produção de leite.

Inexiste na literatura relatos sobre o uso de um alimento considerado uma fonte natural de óleo vegetal, como o abacate, na alimentação de ruminantes e que pode ser produzido com certa facilidade e a baixo custo em pequenos criatórios, como também a avaliação dessas fontes naturais em concentrações maiores na dieta visando à melhoria no perfil de ácidos graxos do leite produzido.

1.2 Os lipídios

Óleos e gorduras são substâncias classificadas como lipídios, os quais são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos. Podem ser de origem animal, vegetal ou mesmo microbiana, formadas predominantemente de produtos de condensação entre glicerol e ácidos graxos, chamados triglicerídeos (outros são monoglicerídeos, diglicerídeos e fosfolipídios), podendo chegar a ser 95% da

composição dos óleos ou gorduras (GIOIELLI, 1996; LÓPEZ; LÓPEZ, 2005; OLIVEIRA et al., 2013).

A diferença entre óleo (líquido) e gordura (sólida), reside na proporção de grupos acila saturados e insaturados presentes nos triglicerídeos. Nos óleos as cadeias carbônicas são insaturadas, tornando-os líquidos à temperatura ambiente de 20° C, ao passo que nas gorduras as cadeias carbônicas são saturadas, deixando-as sólidas à mesma temperatura ambiente (GIOIELLI, 1996; OLIVEIRA et al., 2013).

Os lipídios além de fornecer calorias (9 kcal/g) para manutenção e produção dos animais, agem como veículo para as vitaminas lipossolúveis, como A, D, E e K. Também são fontes de ácidos graxos essenciais como linoléico, linolênico e araquidônico (CASTRO et al., 2004; LÓPEZ; LÓPEZ, 2005), são precursores de moduladores celulares como prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos, e fazem parte de componentes estruturais das membranas celulares e exercem ação lubrificante (GIOIELLI, 1996).

Um diferencial dos lipídios é seu maior conteúdo de energia (2,25 vezes mais energia) do que os carboidratos, os quais se constituem na principal fonte de energia para os ruminantes. A suplementação lipídica permite maior consumo de energia no período pré-parto, momento em que as fêmeas não têm capacidade física de consumo de matéria seca (MS). Esta maior eficiência energética se reveste de grande importância para fêmeas sobre estresse calórico, pois isto resulta em menor quantidade de calor metabólico a ser dissipado (LÓPEZ; LÓPEZ, 2005), ao contrário dos carboidratos que durante a fermentação no rúmen produzem calor.

Durante o final do período pré-parto e início da lactação, as exigências em nutrientes e energia aumentam, como resultado da demanda para o crescimento fetal e a produção de leite. Concomitantemente, ocorre redução no consumo de MS, decorrente da compressão do rúmen pelo feto e da presença de hormônios envolvidos na homeorresia (LÓPEZ; LÓPEZ, 2005; RODRIGUES et al., 2006). Segundo Rodrigues et al. (2006) durante o início da lactação pode acontecer mobilização excessiva de lipídios e de proteína a partir dos tecidos, o que leva a distúrbios metabólicos, com queda na produção de leite e atraso no retorno à atividade reprodutiva.

Os lipídios além da importância da suplementação de lipídios no periparto, em outros períodos do ciclo lactacional, estes compostos auxiliam no aumento da densidade energética, sem alterar a relação volumoso:concentrado, previnem desordens metabólicas e melhoram o desempenho na lactação e na reprodução (folículos ovarianos maiores, aumento nos níveis de progesterona, redução nos níveis de prostaglandinas e melhora na fertilidade), e restauram, ainda, a condição corporal e alteraram a composição da gordura do leite (SILVA et al., 2007b), sendo este último item desejado para beneficiar à saúde humana, caracterizando esse leite como alimento funcional (VILANOVA et al., 2012).

1.3. Lipólise, biohidrogenação, absorção dos ácidos graxos e formação do CLA

Os lipídeos, tais como os carboidratos, proteínas e fibras são liberados no rúmen após a fermentação dos alimentos tais como: carboidratos, proteínas e fibra. Como os lipídeos não são fermentáveis, uma pequena parte passa pelo rúmen sem sofrer grandes alterações, porém a maior parte sofrera ação de bactérias por meio do processo de hidrólise e biohidrogenação (BH) que ocorrem em sequência.

A hidrólise ou lipólise é o primeiro processo ao que estão sujeitos os lipídeos quando são liberados no rúmen. É uma reação química entre os triglicerídeos (forma esterificada dos lipídeos) e a água, com a quebra de ligações covalentes na molécula, o que libera ácidos graxos livres, glicerol e galactose. As enzimas responsáveis pela hidrólise são as lipases, que atuam sobre as ligações ésteres de triglicerídeos, sendo a bactéria ruminal *Anaerovibrio lipolytica* a principal produtora de lipase (JENKINS et al., 2008).

Em ruminantes, criados em sistema extensivo, a fonte de lipídios na dieta provém de forragens na forma de ácidos graxos poliinsaturados esterificados (ácidos linoléico e linolênico), e sua concentração normalmente é de 2 a 5% da matéria seca da dieta (PALMQUIST, 1996; MARTÍNEZ-MARÍN et al., 2012). Ao final da lipólise o glicerol e a galactose são metabolizados a ácidos graxos voláteis, principalmente propionato e butirato. Os ácidos graxos de cadeia longa liberados como o oléico, linoléico e linolênico estão disponibilizados para a BH, considerada como mecanismo

de proteção para reduzir a toxicidade dos ácidos graxos insaturados sobre bactérias gram-positivas, metanogênicas e protozoários (PALMQUIST et al., 2005), principalmente se houver suplementação alimentar com altos teores de lipídeos.

Para que ocorra a BH os ácidos graxos precisam estar na forma não esterificada ou livre. O processo consiste na saturação de ácidos graxos insaturados em seus correspondentes saturados pela adição de um íon de hidrogênio nas duplas ligações. A maioria dos ácidos graxos insaturados de dezoito carbonos como o oléico (C18:1), linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3) e de dezesseis carbonos o palmitoleico (C16:1) serão convertidos a ácido esteárico (C18:0) e palmítico (C16:0) respectivamente. Porém dependendo da condição do ambiente ruminal pode ocorrer alteração nessa rota levando a produção de ácidos graxos intermediários, por diversas rotas alternativas, como consequência da incompleta BH dos ácidos graxos insaturados. A taxa de lipólise e BH vai depender da quantidade e tipo de gordura liberada no rúmen e do pH ruminal, sendo o nível ótimo 6,5 a 7,5 (JENKINS et al., 2008; FERNANDES et al., 2008), níveis mais ácidos, como 6,0 limitam a lipólise e a 5,2 a BH (PALMQUIST et al., 2005).

A principal rota da BH acontece pela ação das enzimas isomerase e redutase, produzidas por varias espécies de bacterias, sendo a mais conhecida à bactéria gram-negativa, anaeróbica ruminal *Butyrivibrio fibrisolvens*, que isomeriza o C18:2n-6 (ácido linoléico) preferencialmente para as formas cis-9 e trans-11 (SANTOS et al., 2011). Essa rota da BH é importante, pois o isômero formado, C18:2 cis-9, trans-11 (ácido rumênico), apresentou efeitos anticarcinogênicos, antiterogênicos, antioxidantes e imunomoduladores nos animais, sendo esperados resultados similares em humanos (BOMFIM et al., 2011; SANTOS et al., 2011; PEREIRA et al., 2011; BERNARD et al., 2012). Essa rota da BH foi muito estudada nas três ultimas décadas, pela importância do ácido rumênico, que em estudos feitos com animais mostrou efeitos benéficos à saúde humana.

Os metabólitos intermediários formados como o rumênico, são transitórios, sendo rapidamente hidrogenado a C18:1 trans-11 (ácido vacênico), é liberado no ambiente ruminal. Os microrganismos secundários posteriormente hidrogenizam a ligação trans-11 com a formação do produto final primário da BH, o C18:0 (ácido esteárico). Se os ácidos insaturados estão em alta concentração no rúmen, o passo final é

inibido e a concentração de ácido vacênico aumenta (PALMQUIST et al., 2005). Outra rota da BH, considerada a segunda em importância, é a do ácido linolênico, cujo principal isômero formado é o C18:2 trans-10, cis 12, desejado por seu efeito lipolítico, porém minimamente produzido no rúmen das cabras segundo Bernard et al. (2012).

Após a BH o ácido esteárico e os isômeros intermediários originários de uma BH incompleta deixam o rúmen, são absorvidos no intestino e podem ser diretamente secretados no leite ou transformados em tecidos corporais (Figura 1). Nas células secretoras da glândula mamária a enzima Esteroil-CoA desaturase ou também chamada Δ -9 desaturase, pode agregar uma cadeia cis-9-dupla em diferentes ácidos graxos, o que parcialmente reverte o efeito da BH e diminui o nível de saturação e o ponto de fusão da gordura (SAVONI et al., 2010; BERNARD et al., 2012).

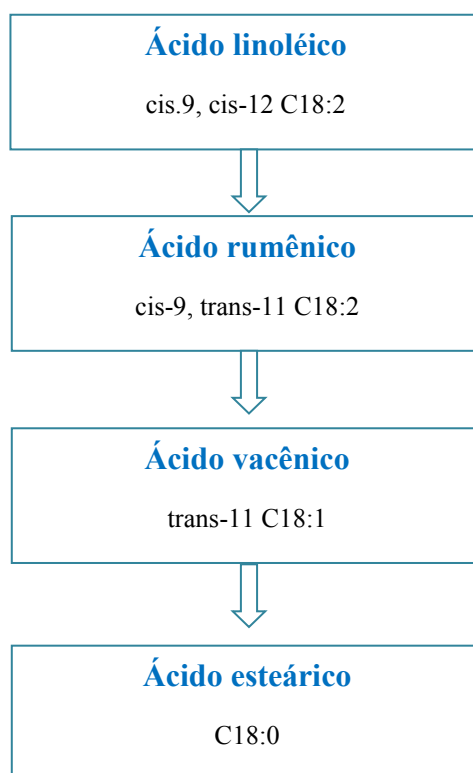


Figura 1. Principais passos da biohidrogenação do ácido linolênico a ácido esteárico pelos microrganismos do rúmen (adaptado de KOZLOSKI, 2011; JENKINS; HARVATINE, 2014).

Assim, o ácido linoléico conjugado (CLA) presente na gordura do leite é proveniente em parte da BH ruminal do ácido linoléico e parte resultante da atividade da enzima Δ -9 desaturase nas células da glândula mamária, que transformam 30% do ácido vacênico absorvido da corrente sanguínea em CLA (CHILLIARD; FERLAY, 2004; SANTOS et al., 2011).

A estratégia utilizada para interferir no processo de BH de modo a aumentar o escape de intermediários antes que a conversão a ácido esteárico seja completada, é o aumento na quantidade de ácidos graxos precursores, especialmente C18:2, suplementando por meio de óleos ou sementes de oleaginosas (BOMFIM et al., 2011; RIBEIRO et al., 2011). Outras estratégias comumente são: redução do pH, uso de taninos e ionóforos (RIBEIRO et al., 2011).

1.4. Principais efeitos dos lipídios na fermentação ruminal

Para aumentar a concentração energética da dieta, geralmente é necessário aumentar a proporção de alimentos concentrados. Contudo, o fornecimento máximo de concentrado deve ser limitado, respeitando a necessidade da quantidade mínima de fibra para o funcionamento ideal do ambiente ruminal e manutenção dos teores de gordura do leite (VARGAS et al., 2002). Uma alternativa para aumentar a energia sem alterar a fermentação ruminal é o uso de lipídios na suplementação, em níveis de até 5% de MS (SILVA et al., 2007a).

A adição de fontes de lipídeos a dieta podem trazer modificações nos parâmetros fermentativos do rúmen, porém a extensão dessa interferência depende tanto da fonte como da porcentagem da adição (HOMEM JUNIOR et al., 2010). A maioria dos trabalhos confirma que o uso de lipídios exerce pouco ou nenhum efeito sobre as atividades microbianas e as demais características do ambiente ruminal, desde que não ultrapasse o valor de 7% da MS total da dieta (MAIA et al., 2006b).

A presença de lipídios insaturados em rações pode proporcionar efeitos desejáveis, como inibição da produção de metano, redução de amônia (N-NH₃) no rúmen e aumento na eficiência de síntese microbiana. Por outro lado, pode apresentar

efeitos indesejáveis, como redução na digestibilidade da MS, da matéria orgânica (MO), da celulose e redução na relação acetato:propionato com consequente diminuição da gordura do leite (VARGAS et al., 2002; LANA et al., 2007).

O principal efeito a evitar é a diminuição do consumo de MS, o que esta relacionada ao atendimento das exigências energéticas dos animais (SILVA et al., 2007b). A suplementação lipídica pode comprometer a ingestão de alimentos por reduzir a ingestão da fibra e a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal, como resultado do efeito negativo da presença da gordura no ambiente ruminal sobre o crescimento microbiano, sobretudo dos microrganismos celulolíticos (NRC, 2001).

O principal mecanismo envolvido neste processo inclui o recobrimento físico da fibra, os efeitos tenso-ativos sobre as membranas microbianas e a diminuição na disponibilidade de cátions pela formação de sabões, que pode influenciar o pH ruminal, limitando o crescimento bacteriano (SILVA et al., 2007a).

Óleos vegetais, ricos em ácidos graxos insaturados, podem acarrear efeitos negativos no ambiente ruminal, incluindo a diminuição da digestibilidade das frações fibrosas da dieta (SILVA et al., 2007a). Segundo Maia et al. (2006a) os ácidos graxos poliinsaturados e não esterificados parecem ser inibidores mais potentes do consumo que, respectivamente, os monoinsaturados e os esterificados.

Outro efeito da adição de lipídios na dieta é a redução da concentração de amônia provocada pelo efeito sobre os protozoários e a redução da população de bactérias desaminadoras (LANA et al., 2007). Silva et al. (2007b) sugerem níveis de concentração de N-NH₃ de 10 e 20 mg/dL para maximização da digestão ruminal da MS e do consumo respectivamente, e o valor mínimo de 6,1 para o pH, necessários para o bom funcionamento do ambiente ruminal (LANA et al., 2007).

Lipídios insaturados estimulam as bactérias ruminais produtoras de propionato, causando, decréscimo na relação acetato:propionato e, conseqüentemente, o suprimento de ácido acético, precursor direto de 50% da gordura do leite (SANTOS et al., 2001; LANA et al., 2007). As dietas com alta proporção de volumoso proporcionam maior razão acetato:propionato, como 4,5. Enquanto dietas com grande quantidade de concentrado, a razão pode ser de 1,7 a 1,3 (HOMEM JUNIOR et al., 2010). Martínez-Marín et al. (2011) relatam que os ácidos graxos voláteis (AGV), também chamados de cadeia curta, não são influenciados enquanto a digestibilidade da fibra não for afetada

pela adição lipídica.

Para avaliar a influência da suplementação lipídica na fermentação ruminal Lana et al. (2007), suplementaram a dieta de cabras com óleo de soja níveis crescentes de: 0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5% da MS e não constataram diferença no consumo de MS, MO, proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), e carboidratos não fibrosos (CNF); concentrações de AGV e N-NH₃ ruminais; pH e atividade específica de produção de amônia (AEPA) pela microbiota ruminal. Silva et al. (2007a), também suplementaram cabras com 4,5% de óleo de soja na MS da dieta e não encontraram diferença no consumo de MS, fibra, CNF, nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida (EL) em relação ao controle, mas aumento no consumo de EE, como esperado. Os níveis de pH e N-NH₃ para essas cabras foram maiores ao mínimo necessário para adequada fermentação ruminal.

Um aspecto que merece destaque relacionado à adição de lipídeos na dieta é a redução da metanogênese em ruminantes, que pode contribuir para a redução da emissão de gases causadores do efeito estufa. Segundo Abdalla et al. (2008) com 1% de acréscimo de lipídios na dieta, pode-se reduzir em até 6% a quantidade de metano produzido por kg de matéria seca consumida.

1.5. O efeito dos lipídios na produção e composição do leite

Em pequenos ruminantes o conteúdo de ácidos graxos no leite depende de muitos fatores, como: raça, peso vivo, ambiente, dieta (especialmente o volumoso), estágio de lactação, grau de adiposidade e a interação entre todos esses fatores, mas a dieta é o fator principal que influencia a produção de ácidos graxos (RIBEIRO et al., 2011). Por isso muitas pesquisas no intuito de diminuir os ácidos graxos saturados e aumentar os ácidos graxos insaturados, com ênfase no CLA, na gordura do leite de cabra, têm avaliado diferentes ingredientes, principalmente a inclusão de alimentos ricos em lipídios monoinsaturados e poliinsaturados (BOMFIM et al., 2011).

De acordo com Maia et al. (2006b) e Silva (2008) a suplementação com óleos vegetais é um modo adequado para melhorar a qualidade nutricional do leite de cabra, promovendo o aumento da concentração de ácidos graxos poliinsaturados e a relação AGPI/AGS. Além disso, ao se fornecer alimentos ricos em ácidos graxos de cadeia

longa (16:0 a 22:0), estes são usados com alta eficiência para a lactação, pois são transferidos para a gordura do leite, fato que poupa a energia para outras funções (LÓPEZ; LÓPEZ, 2005).

Os resultados referentes à adição de fontes lipídicas na produção de leite (PL) de cabras são contraditórios. Alguns resultados mostram não haver diferença (MIR et al., 1999; BERNARD et al., 2005; MAIA et al., 2006b; CHILLIARD et al., 2007 e MARTÍNEZ-MARÍN et al., 2012), outros não apontam diferença na PL, mas quando fazem a correção para a porcentagem de gordura, os tratamentos com suplementação lipídica apresentam ligeira superioridade (RAZZAGHI et al., 2014) em função do maior teor de gordura do leite. Os que não encontram diferença na PL e nem na produção corrigida (LANA et al., 2005); aqueles que relatam não haver diferença na PL, mas com ligeira redução na produção de leite corrigido para gordura nos tratamento com suplementação lipídica (ALMEIDA et al., 2013) e ainda os que relatam pequena redução na PL com a suplementação e que desaparece com a correção para gordura (FERNANDES et al., 2008; QUEIROGA et al., 2010).

Segundo Chilliard et al. (2003) a principal mudança ao adicionar lipídios na dieta de cabras é o incremento no teor de gordura do leite, que na maioria das vezes acaba aumentando o teor de sólidos totais do leite.

A maior parte dos trabalhos revelam aumentos (BERNARD et al., 2005; LANA et al., 2005; FERNANDES et al., 2008; QUEIROGA et al. 2010) ou ausência de efeito (MAIA et al., 2006b; MARTÍNEZ-MARÍN et al., 2012; RAZZAGHI et al., 2014) da suplementação de óleos vegetais na dieta, na porcentagem da gordura do leite de cabras.

Em vacas, a maioria dos trabalhos revela situação inversa, sendo observada redução na porcentagem de gordura do leite quando a alimentação destas é suplementada com óleos vegetais. Essa redução é devido a um isômero formado no rúmen durante a BH do ácido linoléico (cis-9, cis-12 18:2) a esteárico (C18:0), o C18:2 t10, c12 (CLA). Para Bauman e Griinari (2003) a redução da porcentagem de gordura do leite imposta por esse isômero é o resultado da inibição da síntese na glândula mamária, com decréscimo na concentração de ácidos graxos de cadeia curta e média no leite e também da captura de ácidos graxos no sangue arterial. Segundo Schmidely e Andrade (2011) essa redução pode estar relacionada com a inibição da atividade das enzimas lipogênicas acetil-CoA carboxilase e ácido graxo sintetase, na glândula

mamaria.

Em um dos poucos trabalhos que relata redução na porcentagem de gordura do leite com a suplementação de óleos vegetais na dieta de cabras, administrada por meio de infusão oral, duas vezes ao dia, a redução na porcentagem de gordura do leite coincidiu com o aumento do isômero C18: 2 t10,c12 (ALMEIDA et al., 2013).

A suplementação de alimentos ricos em ácidos graxos em ruminantes tem diferentes efeitos em bovinos, caprinos e ovinos na produção e composição do leite (CHILLIARD et al., 2003; MARTÍNEZ-MARÍN et al., 2012). Para Sanz-Sampelayo et al. (2007) a maior taxa de passagem da digesta em cabras e ovelhas pode atenuar os efeitos negativos dos ácidos graxos insaturados sobre a digestão ruminal e a produção de substratos para a glândula mamaria. Chilliard et al. (2003) acrescenta que a maior taxa de passagem da digesta reduz a produção ruminal de isômeros lipogênicos do CLA, sendo esperado, por tanto, aumento dos teores de gordura com a suplementação lipídica.

Outro fato que pode ajudar a explicar a ausência de redução na porcentagem de gordura do leite é a menor sensibilidade da glândula mamária dos caprinos ao efeito antilipogênico do isômero C18:2 t10,c12 na síntese da gordura do leite (RIBEIRO et al., 2011).

Outros efeitos observados na gordura do leite de cabras suplementadas com fontes lipídicas incluem: redução na porcentagem de ácidos graxos de cadeia curta e média e aumento de cadeias longas, redução de ácidos graxos saturados (BOUATTOUT et al., 2008; RAZZAGHI et al., 2014) e aumento dos insaturados, aumento do isômero C18:2 c9,t11 (BOUATTOUT et al., 2008; ALMEIDA et al., 2013), redução do índice de aterogenicidade e dos ácidos graxos (C12 + C14 + C16) relacionados a ela (BERNARD et al., 2005; MARTÍNEZ-MARÍN et al., 2012).

A correlação entre a ingestão de óleo vegetal na dieta e: total de CLA e C18:2 c9,t11 - CLA foi de 84 e 83% e de 67 e 67% para os óleos de linhaça e girassol respectivamente e para os ácidos graxos C12 + C14 + C16 de -89, -91 e -94% para os óleos de linhaça, girassol enriquecido de olêico e girassol respectivamente. Não foi observada correlação com o isômero C18:2 t10,c12 (MARTÍNEZ-MARÍN et al., 2012).

1.6. Ácido linoléico conjugado

O ácido linoléico conjugado (CLA) é encontrado na gordura láctea, no tecido adiposo de ruminantes e em produtos derivados destes (ZACARCHENCO et al., 2013). Desde sua descoberta, no final da década de 70, o CLA tem sido estudado de forma constante e exaustiva quanto às suas propriedades benéficas à saúde (SANTOS-ZAGO et al., 2008).

O termo CLA compreende um conjunto de isômeros posicionais e geométricos do ácido octadecadienóico, cujo principal representante é o ácido linoléico (C18:2) que apresenta apenas uma ligação simples entre suas duas instaurações. Embora possam existir diversos isômeros possíveis com esta característica, o ácido octadecadienóico (C18:2 c9, t11) tem despertado grande interesse em função de suas propriedades antimutagênicas, anticarcinogênicas e que na redução de agentes citotóxicos existentes nas células cancerígenas (HAYASHI, 2003; PEREIRA et al., 2011; ZACARCHENCO et al., 2013).

Além disso, o CLA apresenta uma série de outras características benéficas à saúde, pois produz estímulos imunológicos contra a aterosclerose, apresenta propriedade hipocolesterolêmica e atividades na prevenção de outras doenças como diabetes e obesidade (MAIA et al., 2006b; BOMFIM et al., 2011). Santos-Zago et al. (2008) corroboraram em relação ao CLA como um agente redutor de gordura corporal. Estes autores suplementaram a dieta de ratos Wistar com 2% de CLA, e constataram 18% de redução da massa gorda, tanto aos 21 dias quanto aos 42 dias de tratamento, devido a mudanças metabólicas que propiciaram a diminuição da lipogênese e a potencialização da lipólise.

Na gordura do leite a concentração de CLA é dependente da quantidade e composição de ácidos graxos da dieta (MAIA et al., 2006b), assim dietas com inclusão de fontes ricas em ácido linoléico aumentam a síntese de CLA, como produto intermediário da hidrogenação do ácido linoléico (c18:2), promovido pelas bactérias ruminais, especialmente a espécie *Butyvirbio fibrisolvens*. Porém, outras espécies de bactérias possuem lipases, que são capazes de hidrolisar as ligações éster dos ácidos

graxos e, portanto produzir CLA, entre elas a *Lactobacillus casei* e a *L. acidophilus* (SANTOS-ZAGO et al., 2008).

A inclusão de óleo na dieta promove acúmulo de ácido vacênico c18:t11 no rúmen, que é absorvido e convertido a CLA c9:t11, por ação da enzima $\Delta 9$ -dessaturase na glândula mamaria (GAGLIOSTRO et al., 2006; SANTOS-ZAGO et al., 2008; FERNANDES et al., 2009, BOMFIM et al., 2011; RIBEIRO et al., 2011). Shingfield et al. (2008) relaciona outros isômeros do CLA produzido em menor quantidade (Tabela 1) em três espécies ruminantes, que também podem conferir uma proteção antimutagênica, além do isômero principal cis-9, trans-11.

Tabela 1. Distribuição de isômeros de ácido linoléico conjugado (c18:2) na gordura do leite de bovino, caprino e ovino (g/100g de CLA)

Isômero	Espécie		
	Bovino	Caprino	Ovino
cis-8, trans-10	<0,01-1,70	<0,01	NR
cis-9, trans-11	65,6-88,9	62,1-75,1	80,0-80,9
cis-11, trans-13	<0,01-0,23	0,16-0,69	NR
cis-12, trans-14	<0,01-1,06	0,00-0,13	1,69-1,83
trans-7, cis-9	2,63-9,49	4,57-11,7	5,96-6,08
trans-8, cis-10	<0,01-2,33	1,85-3,48	NR
trans-9, cis-11	<0,01-3,93	<0,01-4,21	NR
trans-10, cis-12	<0,01-1,61	<0,01-0,90	0,55-0,57
trans-11, cis-13	0,06-9,33	0,22-0,48	2,14-2,38
trans-6, trans-8	<0,01-1,40	0,12-1,91	<0,01
trans-7, trans-9	0,02-2,80	0,42-1,08	0,40-0,42
trans-8, trans-10	0,19-0,67	0,36-1,47	0,34-0,42
trans-9, trans-11	1,31-3,23	2,99-5,77	1,40-1,60
trans-10, trans-12	0,31-1,40	0,76-4,16	0,53-0,85
trans-11, trans-13	0,89-6,00	0,58-1,14	3,04-3,18
trans-12, trans-14	0,35-3,55	0,72-1,90	1,90-2,20
trans-13, trans-15	<0,01-0,16	<0,01	NR

NR= não reportado. Fonte: SHINGFIELD et al., 2008.

Segundo SANTOS-ZAGO et al. (2008) além do tipo e da concentração dos ácidos graxos presentes na alimentação dos animais, outros fatores como: frequência de

fornecimento, relação volumoso-concentrado, qualidade do volumoso e pH ruminal, podem influenciar a produção do CLA.

1.7. O abacate e suas propriedades nutricionais

O abacateiro (*Persea americana* Mill.) é uma planta pertencente à família das *Lauraceae*, do gênero *Persea*, em que são encontradas todas as variedades cultivadas para o consumo humano. É uma planta originária de regiões de América com clima tropical, podendo ser encontrada em todas as regiões do mundo que possua solos férteis e onde haja calor que lhe seja suficiente (SIMON, 2008; REDDY et al., 2012; CÁBIA 2013). A origem mais provável do abacateiro é o México, onde ainda é encontrado em estado selvagem. O nome abacate vem do espanhol *aguacate* que por sua vez de *náhuatl* do idioma náuatle ou asteca que literalmente quer dizer testículo (BORGES FILHO, [s. d.]).

O abacate é cultivado na maioria das regiões tropicais e subtropicais, principalmente no México, América Central, partes da América do Sul, nas Índias Ocidentais, África do Sul, Israel e nos Estados Unidos (SIMON, 2008; CÁBIA 2013).

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de abacate, cuja produção em 2010 foi de 152.181 t, em área de 11.051 ha (IBGE, 2012). A produção brasileira se encontra principalmente na Região Sudeste, Nordeste e Sul. O Estado de São Paulo é o maior produtor nacional com 70.810 t, 54% do total nacional.

A espécie *Persea americana* pode ser dividida em três raças de origens diferentes: Mexicana, Antilhana e Guatemalense (ARIZA et al., 2011; REDDY et al., 2012). No Brasil a maioria das plantas são Guatemalenses ou híbridos Guatemalenses. Os frutos possuem teor de óleo em torno de 18%. Os avocados brasileiros (algumas variedades de abacate) são da raça Mexicana e têm teor de óleo maior que 30%. Os principais híbridos são: Antilhana x Guatemalense (principais híbridos de interesse no Brasil) e Guatemalense x Mexicano (principais híbridos do mercado mundial) (TREMOCOLDI, 2011; BORGES FILHO, [s. d.]).

As variedades com maior produção no Estado de São Paulo, em ordem decrescente, são: Fortuna, Geada, Quintal e Margarida (DORIZZOTTO et al., 2011), outras variedade de abacate produzidas no Brasil são Ouro-Verde e Pollock, entre outras (ANDRADE, 2012). Algumas características dessas variedades são apresentadas na Figura 2.

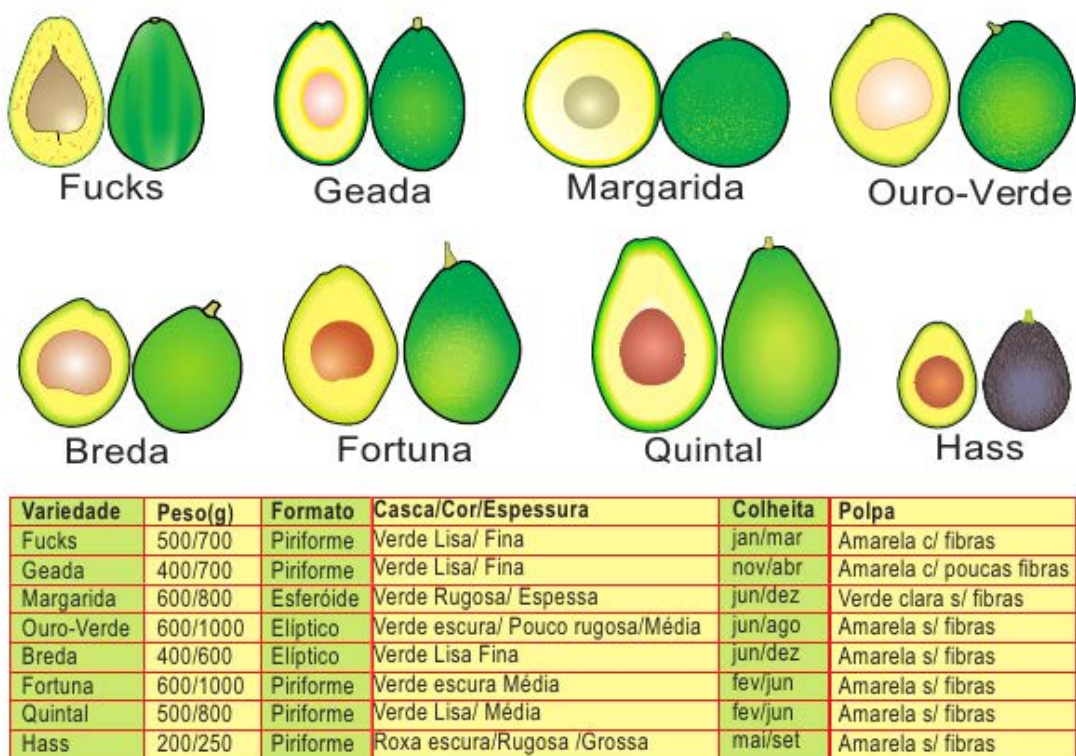


Figura 2. Principais variedades de abacate comercializadas no Estado de São Paulo
Fonte: BORGES FILHO, [s. d.].

A disponibilidade das variedades vai mudando no transcurso do ano, a colheita da maior parte das variedades de abacate inicia-se no segundo semestre e se estende até o início do ano seguinte (Tabela 2), que coincide com a época de parição natural das cabras e safra de produção de leite.

A produção do abacateiro depende da cultivar, fertilidade do solo, clima, qualidade da muda e tratos culturais, aumentando a produção gradativamente à medida que a árvore cresce, mas comercialmente o abacateiro começa a frutificar a partir do 3º

ou 4º ano de idade quando enxertado, podendo produzir de 12 a 30 Kg/árvore, nessa idade (ARIZA et al., 2011; CÁBIA, 2013).

Tabela 2. Variedades de abacate e respectivas épocas de maturação no Estado de São Paulo

Variedades	Época de colheita	Variedades	Época de colheita
Geada	Dezembro – Abril	Breda	Junho – Dezembro
Pollok	Janeiro – Março	Anaheim	Julho – Agosto
Barker	Fevereiro – Março	Fuerte	Julho – Agosto
Hass	Fevereiro – Setembro	Glória	Julho – Agosto
Simmonds	Março – Abril	MacDonald	Julho – Setembro
Fortuna	Março – Setembro	Winslow	Agosto – Setembro
Quintal	Março – Setembro	Itzamna	Agosto – Outubro
Margarida	Março – Dezembro	Carlsbad	Setembro – Outubro
Waldin	Abril - Maio	Mayapan	Setembro – Outubro
Vitória	Maio – Junho	Monte d' Este	Setembro – Outubro
Westin	Maio – Junho	Sinaloa	Setembro – Outubro
Collinson	Maio – Julho	Wagner	Setembro – Outubro
Winslowson	Maio – Julho	Ouro Verde	Setembro – Novembro
Linda	Junho – Agosto		

Adaptado de: Tango et al., 2004; Dorizzotto et al., 2011.

O abacate apresenta altos teores de lipídios na polpa, que se constitui em matéria prima importante para a produção de óleo, principalmente para as indústrias farmacêuticas e de cosméticos, por sua capacidade de penetração na pele, como a lanolina, além atuar como protetor solar (REDDY et al., 2012). Considerando-se a quantidade de óleo que pode ser obtida por unidade de área cultivada, o abacate pode apresentar produtividade maior que o amendoim, algodão e soja, sementes oleaginosas tradicionalmente cultivadas (TANGO et al., 2004; SIMON, 2008).

Ariza et al. (2011) descreveram o conteúdo de outros nutrientes (mg/100 g) na polpa do abacate, variedade Hass: potássio 340, fósforo 38, cálcio 10, ferro 6,0 e sódio 3,0. Apresenta sete dos oito aminoácidos essenciais: valina 63, lisina 59, fenilalanina 48, isoleucina 47, leucina 46, treonina 40 e metionina 29. Em relação às vitaminas lipossolúveis: D com 10 e E com 3 µg, e hidrossolúveis: vitamina B6 com 0,4, C com 14 e B2 com 0,2 mg.

Para a concentração dos ácidos graxos da polpa de abacate da variedade Hass (mg/100 g) foram descritos os valores: ácidos graxos saturados 5,77; monoinsaturados 18,52; poliinsaturados 3,73; ômega-3 0,17; ômega-6 3,56 ; trans isômeros totais <0,01 (CREDIDIO, 2010). Em termos do perfil de ácidos graxos o mesmo autor encontrou teores de: ácido palmítico (C16:0) 5,60; ácido palmitoléico (C16:1) ômega-7 3,17; ácido esteárico (C18:0) 0,14; ácido oléico (C18:1) ômega-9 15,29; ácido linoléico (C18:2) ômega-6 3,56; ácido cis-11-eicosenóico (C20:1) ômega-11 0,06; ácido alfa-linolênico (C18:3) ômega-3 0,17e ácido behênico (C22:0) 0,03.

Além dos nutrientes supracitados o abacate se destaca por sua rica concentração em fitonutrientes (β -sitosterol e glutatoína), que são substâncias naturais das plantas e que agem como antioxidantes. O β -sitosterol age na redução dos níveis de colesterol, ao inibir a absorção intestinal do colesterol e diminuir a síntese de colesterol hepático, além disso, apresenta propriedades bactericidas, antivirais, fungicidas e anti-inflamatórias. A glutatoína funciona como um antioxidante, neutralizando a ação dos radicais livres, os quais têm sido apontados como um dos fatores responsáveis pelo desenvolvimento de doenças cardiovasculares e câncer (CREDIDIO, 2010; CÁBIA, 2013).

Outra informação importante, observado com o consumo de dietas ricas em ácido oléico, foi à redução dos níveis de fibrinogênio do plasma, visto que essa fração reconhecidamente atua no desenvolvimento de lesões das artérias, servindo como prognóstico de doenças coronárias (TANGO et al., 2004). Além disso, os ácidos graxos monoinsaturados ajudam na prevenção de alguns tipos de câncer e problemas de arteriosclerose, situação benéfica que tem levado a indústria de alimentos a desenvolver refino de óleo de polpa de abacate para uso em saladas, o que já vem ocorrendo na Nova Zelândia, Israel e Estados Unidos e mais recentemente em alguns Estados do Brasil, como competidor direto do azeite.

Segundo Credidio (2010) pessoas com ingestão diária de 200 ml abacate variedade Hass, apresentaram alterações no perfil lipídico sanguíneo causando a redução do colesterol total, lipoproteínas de baixa densidade (LDL), lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) e triglicerídeos, assim como aumento significativo da fração do colesterol chamado de lipoproteínas de alta densidade (HDL), resultados que reduzem os riscos de doenças cardíacas.

Nesse sentido o objetivo deste trabalho foi o de avaliar a utilização do abacate, na sua forma natural (polpa) e do óleo, como suplemento lipídico na alimentação de cabras sobre a produção, composição, perfil de ácidos graxos do leite e nos parâmetros ruminais.

A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA), da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP/Botucatu-SP com o Protocolo nº 31/2012-CEUA, com apoio financeiro da FAPESP, processo: 2013/07146-0.

O projeto resultou em dois artigos, que serão submetidos ao periódico: **Ciência Rural**, seguindo suas normas de publicação.

No capítulo II é apresentado o trabalho intitulado **“Produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de cabras Anglo-nubianas alimentadas com polpa e óleo de abacate”**. O objetivo do trabalho foi avaliar a suplementação do abacate na sua forma natural e do óleo comercial na dieta de cabras Anglo-nubianas sobre o consumo, produção, componentes e perfil de ácidos graxos do leite.

No capítulo III é apresentado o trabalho intitulado **“Consumo e parâmetros ruminais em cabras alimentadas com polpa e óleo de abacate”**. O objetivo do trabalho foi avaliar a suplementação do abacate na sua forma natural e do óleo comercial na dieta de cabras Saanen sobre o consumo a produção e composição de ácidos graxos voláteis do líquido ruminal, avaliar o pH e concentração de amônia.

Referências Bibliográficas

ABDALLA, A. L. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. SPE, p. 260-268, 2008.

ALMEIDA, O. C. et al. Milk fatty acids profile and arterial blood milk fat precursors concentration of dairy goats fed increasing doses of soybean oil. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 114, n. 1, p. 152-160, 2013.

ANDRADE, F.F. **Propriedades físico-químicas de abacate submetido à secagem convectiva e desidratação osmótica**. 2012. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2012.

ARIZA, O. J. A. et al. Efecto de diferentes métodos de extracción sobre el perfil de ácidos grasos en el aceite de aguacate (*Persea americana* Mill. var. Hass). **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v. 2, n. 2, p. 263-276, 2011.

AZAMBUJA, R. E. L.; SOUZA R. H. J. S. Uso nutricional e terapêutico do leite de cabra. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 229-235, 2001.

BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 23, n. 1, p. 203-227, 2003.

BERNARD, L. et al. Mammary lipid metabolism and milk fatty acid secretion in alpine goats fed vegetable lipids. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, n. 4, p. 1478-1489, 2005.

BERNARD, L. et al. Effect of the level and type of starchy concentrate on tissue lipid metabolism, gene expression and milk fatty acid secretion in Alpine goats receiving a diet rich in sunflower-seed oil. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 107, n. 8, p. 1147-1159, 2012.

BEVILACQUA, C. et al. Goats' milk of defective α s1-casein genotype decreases intestinal and systemic sensitization to β -lactoglobulin in guinea pigs. **Journal of Dairy**

Research, Cambridge, v. 68, n. 2, p. 217-227, 2001.

BOMFIM, M. A. D. et al. Abordagem multidisciplinar de P, D & I para o desenvolvimento de produto lácteo com alto valor teor de CLA e alegação de propriedade funcional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. SPE, p. 98-106, 2011.

BORGES FILHO, B. **O abacate e suas variedades**. Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura, CEAGESP, (s.d.). Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br/jnw/images/stories/servicodealimentacao/variedades/abacate.pdf>>. Acesso em: 20 Fev. 2014.

BOUATTOUT, M. A. et al. Feeding soybean oil to dairy goats increases conjugated linoleic acid in milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 6, p. 2399-2407, 2008.

CÁBIA, N.C. **Aplicação de 1-mcp na conservação de abacate ‘Hass’**. 2013. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

CASTRO, H. F. et al. Modificação de óleos e gorduras por biotransformação. **Química Nova**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 146-156, 2004.

CHACON, V.A. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. **Agronomía Mesoamericana**, Alajuela, v. 16, n. 2, p. 239-252, 2005.

CHILLIARD, Y. et al. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 5, p. 1751-1770, 2003.

CHILLIARD, Y. et al. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v.109, no.8, p.828–855, 2007.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. **Reproduction Nutrition**

Development, Paris, v. 44, n. 5, p. 467-492, 2004.

COUTINHO, J. G. et al. A desnutrição e obesidade no Brasil: o enfrentamento com base na agenda única da nutrição. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. Sup. 2, p.332-340, 2008.

CREDIDIO, E. V. **Estudo do efeito do abacate nos lipídeos sanguíneos em humanos**. 2010. 165f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

DORIZZOTTO, C. D. A.; SAMPAIO, A. C.; ICUMA, I. M. et al. Avocado production chain in the state of São Paulo (Brazil). In: Proceedings VII World Avocado Congress 2011. Cairns. **Anais...** Cairns: International Avocado Society, 2011. Disponível em: <<http://worldavocadocongress2011.com/userfiles/file/Osvaldo%20Kioshi%20Yamanishi%201400-1420.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2014

FERNANDES, A. R. M. et al. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p.705-712, 2009.

FERNANDES, M. F. et al. 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**, Viçosa, v. 37, n.4, p.703-710, 2008.

FISBERG, M. et al. Aceitação e tolerância de leite de cabra em pré-escolares. **Pediatria Moderna**, São Paulo, v. 35, n. 7, p.526-537, 1999.

GAGLIOSTRO, G.A. et al. Efectos del suministro de aceite de pescado solo o en combinación con aceite de girasol sobre las concentraciones de ácido linoléico conjugado (CLA) y omega 3 (n-3) en leche de cabra. **Revista Argentina de Producción Animal**, Balcarce, v. 26, n. 2, p. 71-77, 2006.

GIOIELLI, L. A. Óleos e gorduras vegetais: composição e tecnologia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 211-232, 1996.

HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 51, n. 2, p. 155-163, 2004.

HAYASHI, A. A. **Efeito da suplementação com ácido linoléico conjugado (CLA) na composição do leite, no perfil de ácidos graxos e na atividade de enzimas lipogênicas em ratas lactantes**. 2003. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de concentração: Ciência Animal e Pastagens) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

HOMEM JUNIOR, A. C. et al. Fermentação ruminal de ovinos alimentados com alto concentrado e grãos de girassol ou gordura protegida. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 1, p. 144-153, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2012**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2012/default_perm_ods.shtm>. Acessado em 12 Jan. 2015.

JENKINS, T. C. et al. Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 2, p. 397-412, 2008.

JENKINS, T. C.; HARVATINE, K. J. Lipid Feeding and Milk Fat Depression. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 30, n. 3, p. 623-642, 2014.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3 ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 214p.

LANA, R. P. et al. Óleo de soja e própolis na alimentação de cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 650-658, 2005.

LANA, R. P. et al. Óleo de soja e própolis na alimentação de cabras leiteiras: consumo de matéria seca e de nutrientes e parâmetros de fermentação ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 191-197, 2007.

LIAU, K. M. et al. An open-label pilot study to assess the efficacy and safety of virgin

coconut oil in reducing visceral adiposity. **ISRN Pharmacology**, Cairo, v. 2011, 2011.

LÓPEZ, S. E.; LÓPEZ, J. Suplementação lipídica para vacas leiteiras. **Revista Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 11, n. 1-2, p. 103-112, 2005.

MAIA, F. J. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1496-1503, 2006a.

MAIA, F. J. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1504-1513, 2006b.

MARTIN, P.; GROSCLAUDE, F. Improvement of milk protein quality by gene technology. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 35, n. 1-2, p. 95–115, 1993.

MARTÍNEZ, G. M. Ensayo exploratorio: obtención de leche caprina funcional a partir de la suplementación con *Salvia hispanica* (Chía). **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, Buenos Aires, v. 39, n. 3, p. 305-311, 2013.

MARTÍNEZ-MARÍN A. L. et al. Efecto de las fuentes de grasa sobre la digestión de la fibra en los rumiantes. **Revista Electrónica de Veterinaria**, Málaga, v. 12, n. 7, p. 1-22, 2011.

MARTÍNEZ-MARÍN A. L. et al. Effects of feeding increasing dietary levels of high oleic or regular sunflower or linseed oil on fatty acid profile of goat milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 4, p. 1942-1955, 2012.

MASSAFERA, G. L.; DUTRA, O. J. E.; BRAGA, C. T. M. Composição de ácidos graxos do óleo do mesocarpo e da semente de cultivares de abacate (*Persea americana* Mill.) da região de Ribeirão Preto, SP. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 325-331, 2010.

MIR, Z. et al. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linoleic acid (CLA) and long chain fatty acids in goats milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 33, n. 2, p. 137-143, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001, 381p.

OLIVEIRA, F. C. C.; SUAREZ, P. A. Z.; DOS SANTOS, W. L. P. Biodiesel: possibilidades e desafios. **Redes**, São Paulo, v. 1, n. 497, p. 2013.

PALMQUIST, D.L. **Utilización de lípidos en dietas de rumiantes**. In: XII Curso de Especialización FEDNA, Madrid, 1996. Disponível em <http://www.researchgate.net/profile/Don_Palmquist/publication/28180431_Utilizacin_de_lpidos_en_dietas_de_rumiantes/links/0c96051811d213d3b0000000.pdf> acesso em: 16 mai. 2014.

PALMQUIST, D. L. et al. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. **Advances in Food and Nutrition Research**, San Diego, v. 50, p. 179-217, 2005.

PEREIRA, E. S. et al. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 387-394, 2011.

QUEIROGA, R.C.R.E. et al. 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, 2010.

RAZZAGHI, A. et al. Effects of sucrose and sunflower oil addition to diet of Saanen dairy goats on performance and milk fatty acid profile. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 173, p. 14-23, 2014.

REDDY, M.; MOODLEY, R.; JONNALAGADDA, S.B. Fatty acid profile and elemental content of avocado (*Persea americana* Mill.) oil—effect of extraction methods. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, New York, v. 47, n. 6, p. 529-537, 2012.

RIBEIRO, C. V. D. M. et al. Fatty acid profile of meat and Milk from small ruminants: A review. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. SPE, p. 121-137, 2011.

RODRIGUES, C. A. F. et al. Influência da condição corporal e da concentração de

energia nas dietas no periparto sobre o desempenho de cabras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1560-1567, 2006.

SALAZAR-GARCÍA, S. et al. Desarrollo floral del aguacate 'Hass' en clima semicálido. Parte I. influencia de la carga de fruto y edad de los brotes. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, Chapingo, v. 13, n. 1, p. 87-92, 2007.

SANTOS, F. L. et al. Produção e composição do leite de vacas submetidas a dietas contendo diferentes níveis e formas de suplementação de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1376-1380, 2001.

SANTOS, S. F. et al. Efeito da casca de mamona sobre a produção, composição e ácidos graxos do leite de cabra. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 229, p. 113-122, 2011.

SANTOS, R. D. et al. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 100, n. 1, p. 1-40, 2013.

SANTOS-ZAGO, L. F.; BOTELHO, A. P.; OLIVEIRA, A. C. Os efeitos do ácido linoléico conjugado no metabolismo animal: avanço das pesquisas e perspectivas para o futuro. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 195-221, 2008.

SANZ SAMPELAYO, M. R. S. et al. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 68, n. 1, p. 42-63, 2007.

SAVOINI, G. et al. Polyunsaturated fatty acids and choline in dairy goats nutrition: Production and health benefits. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 88, n. 2, p. 135-144, 2010.

SCHMIDELY, P.; ANDRADE, P. V. D. Milk composition during duodenal infusion of conjugated linoleic acid in dairy goats fed diets with different C18:2/C18:1 ratios. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 5, pp. 1272-1276, 2011.

SHINGFIELD, K. J. et al. Trans fatty acids and bioactive lipids in ruminant milk. In: BÖSZE, Z. **Bioactive components of milk**. New York: Springer, 2008. Cap. 1, p.3-65.

SILVA, M. M. C. et al. Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras¹. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 246-256, 2007a.

SILVA, M. M. C. et al. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 257-267, 2007b.

SILVA, G. L. S. **Efeito da suplementação lipídica sobre desempenho e perfil metabólico de cabras Saanen em lactação**. 2008. 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Sistemas Agosilvopastoriles no Semiárido), Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campinas Grande, Patos, 2008.

SIMON, J. W. **Avaliação microbiológica e sensorial do guacamole conservado pelo frio**. 2008. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

TANGO, J. S.; CARVALHO, C. R. L.; SOARES, N. B. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 26, n. 1, p. 17-23, 2004.

TREMOCOLDI, M. A. **Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e cor em abacate ‘Hass’ submetido a diferentes tratamentos físicos**. 2011. 115f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Horticultura), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

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

VARGAS, L. H. et al. Adição de lipídios na ração de vacas leiteiras: parâmetros fermentativos ruminais, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 522-529, 2002.

VILANOVA, M. S. et al. Perfil de ácidos graxos do leite de cabras leiteiras alimentadas com dieta contendo dois níveis de óleo de arroz. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 6, p. 1755-1760, 2012.

ZACARCHENCO, P. B. et al. Ácido linoléico conjugado (CLA)-benefícios para saúde, sua presença e estabilidade em produtos lácteos. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 15, n. 4, p. 61-69, 2013.

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE DE CABRAS ANGLO-NUBIANAS ALIMENTADAS COM POLPA E ÓLEO DE ABACATE (*Persea americana* Mill.)

RESUMO

A estratégia mais rápida para alterar o perfil de ácidos graxos do leite de maneira a beneficiar a saúde do consumidor é aumentar o teor do ácido linoléico conjugado (CLA) por meio da suplementação da dieta dos animais com óleos vegetais. Este trabalho objetivou avaliar a inclusão de abacate na dieta de cabras, por meio da polpa da fruta com 16% de extrato etéreo (EE) na matéria seca (MS) e óleo comercial com 8% de EE na MS sobre: consumo, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. Foram usadas seis cabras Anglo-nubianas em lactação, distribuídas em dois quadrados latinos 3 x 3 balanceados. A dieta com polpa reduziu e a de óleo aumentou o consumo de MS em relação ao controle (3% EE na MS), sendo observada a mesma tendência para os nutrientes, exceção para o EE que foi mais consumido na dieta com polpa em relação ao controle. Os teores de sólidos totais e gordura do leite foram maiores na dieta com óleo em relação ao controle, e estes não diferiram da polpa, os demais constituintes e a produção de leite não foram influenciados pelas dietas. Observou-se redução no teor de ácidos graxos de cadeia curta no leite das cabras suplementadas com fontes lipídicas em relação ao controle, e aumento no nível de CLA em 56,88 e 66,10% nas dietas com polpa e óleo respectivamente. A suplementação de ácidos graxos insaturados por meio do óleo ou da polpa de abacate aumenta a concentração de CLA e diminui os ácidos graxos de cadeia curta, melhorando assim as propriedades nutracêuticas do leite podendo beneficiar a saúde dos consumidores.

Palavras-chave: Ácido linoléico conjugado, alimento funcional, lipídios, pequenos ruminantes.

**PRODUCTION, COMPOSITION AND PROFILE OF MILK FATTY ACIDS IN
ANGLO NUBIAN LACTATING GOATS RECEIVING PULP AND AVOCADO
OIL (*Persea americana* Mill.) ON THE DIET**

ABSTRACT

The fastest strategy that alters Milk fatty acid profile in order to benefit consumer health is to improve the level of conjugated linoleic acid (CLA) by supplementing animal diets with vegetable oils. This research aimed to evaluate goat diets supplemented with avocado addition using a fruit pulp with 16% of ether extract (EE) in dry matter (DM) and commercial oil with 8% EE in DM on: intake and milk production, chemical composition and fatty acid profile. There were used six Anglo Nubian lactating goats, distributed in two balanced 3 x 3 latin squares. Pulp diet reduced and oil diet improved DM intake in relation to control (3% EE), and the nutrients followed the same tendency, except for EE, that was more consumed in pulp and oil diets. The content of milk total solids and fat were higher in oil diet in relation to control, and did not differ from pulp diet, the other constituents and the milk production were not influenced by diets. In relation to fatty acids, it was observed reduction in short chain fatty acids in milk from goats supplemented with lipid sources in relation to control and increase on CLA level in 56,88 and 66,10/% in treatments with pulp and oil respectively. The supplementation with unsaturated fatty acids by avocado oil and pulp increases CLA concentration and decreases short chain fatty acids, improving milk nutraceutical properties, what can benefit consumer health.

Key words: Conjugated linoleic acid, functional food, lipids, small ruminants.

INTRODUÇÃO

O consumo de leite de cabra no Brasil está direcionado principalmente a dois segmentos da população. O primeiro para crianças que possuem intolerância ao leite de outras espécies, o que está relacionada às proteínas β -Lactoglobulina e α S1-caseína (BEVILACQUA et al., 2001) cujos teores são baixos no leite de cabra. O segundo, por idosos e enfermos por ser mais digestível em função dos glóbulos de gordura de menor tamanho e dos baixos teores da proteína aglutinina, que agrupa os glóbulos de gordura para formar estruturas maiores. Com concentrações menores, as moléculas são dispersas e são facilmente atacados pelas enzimas digestivas (CHACÓN, 2005).

Porém como todo leite, tem sofrido restrições no consumo por apresentar elevados teores de ácidos graxos saturados, relação $\omega 6/\omega 3$, ácidos graxos colesterolemicos (C12 + C14 + C16), que tem sido relacionado à elevação dos níveis de colesterol sérico e risco de doenças cardiovasculares. Por outro lado o leite e seus derivados representam cerca de 75% do ácido linoléico conjugado (CLA) consumido por humanos (BAUMAN et al., 2006), sendo o ácido rumênico (C18:2 c9, t11) representante de 75% do CLA presente nesses produtos (SIEBER et al., 2004).

A estratégia mais utilizada e estudada para melhorar o perfil de ácidos graxos do leite de vaca ou cabras é a suplementação da dieta com fontes lipídicas (óleos e gorduras), que adicionalmente podem elevar a concentração energética da dieta e reduzir a produção de metano (ABDALLA et al., 2008).

Os resultados referentes à adição de fontes lipídicas na produção de leite ainda são contraditórios. Alguns resultados mostram não haver diferença (MIR et al., 1999; BERNARD et al., 2005; MARTÍNEZ-MARÍN et al., 2012), e outros que apresentam ligeira superioridade ao fazerem a correção para a porcentagem de gordura (RAZZAGHI et al., 2015). Os que não encontram diferença na produção de leite e nem na produção corrigida (LANA et al., 2005); aqueles que relatam não haver diferença na produção de leite, mas com ligeira redução na produção de leite corrigido para gordura nos tratamento com suplementação lipídica (ALMEIDA et al., 2013) e ainda os que relatam pequena redução na produção de leite com a suplementação e que desaparece com a correção para gordura (FERNANDES et al., 2008; QUEIROGA et al., 2010).

A maior parte dos trabalhos revelam que a suplementação lipídica com óleos na

dieta de cabras resulta em aumento no teor de gordura (BERNARD et al., 2005; LANA et al., 2005; QUEIROGA et al. 2010) ou ausência de efeito (MAIA et al., 2006b; RAZZAGHI et al., 2015), situação contrária ao observado em vacas. Nessa espécie a suplementação lipídica aumenta a concentração de um isômero, o C18:2 t10, c12 – CLA, durante a biohidrogenação (BH) do ácido linoléico, que é apontado como depressor da gordura do leite (BAUMAN et al., 2006). No leite de cabra a concentração desse isômero é pequena, não produz depressão no teor de gordura do leite (RIBEIRO et al., 2011) e não foi encontrada correlação entre a concentração do isômero e a suplementação lipídica (MARTÍNEZ-MARÍN et al., 2012).

Outros efeitos observados na gordura do leite de cabras suplementadas com fontes lipídicas incluem: redução na porcentagem de ácidos graxos de cadeia curta e média e aumento de cadeias longas, redução de ácidos graxos saturados (BOUATTOUR et al., 2008; RAZZAGHI et al., 2014) e aumento dos insaturados, aumento do isômero C18:2 c9,t11 (BOUATTOUR et al., 2008; ALMEIDA et al., 2013), redução do índice de aterogenicidade e dos ácidos graxos (C12 + C14 + C16) relacionados a ela (BERNARD et al., 2005; MARTÍNEZ-MARÍN et al., 2012).

Embora com resultados benéficos na produção, teor de gordura e no perfil de ácidos graxos do leite a suplementação feita com óleos vegetais tem como ponto negativo o aumento do custo de produção do leite e redução na renda do produtor, que ainda não é remunerado por melhorar as características nutraceuticas do leite. Outro problema é que a suplementação com óleos vegetais acima de 7% na dieta pode causar redução no consumo de matéria seca pelas cabras (MAIA et al., 2006b).

O abacate (*Persea americana* Mill.) é uma fruta com elevado teor de óleo, 18 a 30%, bem adaptada ao território nacional, com a maioria das variedades concentrando produções no segundo semestre do ano que coincide com a época de parição natural das cabras. Tem excelente produtividade, a cultura não necessita de tratos culturais sofisticados e pode ser cultivada nos criatórios para ser fornecida aos animais como forma de melhorar as qualidades nutracêuticas do leite a baixo custo.

Dessa forma o objetivo deste trabalho foi de avaliar a suplementação alimentar de cabras com óleo comercial de abacate e com a polpa da fruta, com o dobro da concentração do óleo na dieta de cabras Anglo-nubianas sobre o consumo, produção, componentes e perfil de ácidos graxos do leite.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido na UNESP - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, na Área de Produção de Caprinos, localizado nas coordenadas 22°53'42"S e 48°26'42"W, com altitude média de 840m, temperatura média de 22°C, e clima Cwa segundo a classificação climática de KÖPPEN (1948).

Este experimento foi realizado durante os meses de novembro e dezembro de 2013, utilizando-se seis cabras Anglo-nubianas, com período médio de lactação de 47,5 $\pm$ 13,5 dias, peso corporal médio de 58 $\pm$ 17,63 kg e produção de leite de 1,67 kg/dia, mantidas em regime de semiconfinamento. As cabras permaneciam das 7h:30 as 11h:00 em pastejo e das 11h:00 até as 7h:00 do dia seguinte alojadas em galpão coberto em baias individuais com piso ripado, área de 3,5 m² com acesso a bebedouro, saleiro e cocho para alimentação.

O método de pastejo adotado foi com lotação rotacionada e taxa de lotação variável, utilizando-se de animais adicionais por meio técnica de pastejo put and take (MOTT & LUCAS, 1952), para manter a uniformidade dos piquetes. A área de pastagem consistia de 11 piquetes de 500 m², formados com capim-tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã), com três dias de pastejo e 30 dias de descanso. Os piquetes eram cercados com alambrado e fio eletrificado e equipados com bebedouro individual. As cabras foram ordenhadas as 07h:00 e as 16h:00.

A ordenha foi feita manualmente, em sala de ordenha provida de fosso e piso impermeável, e antes do seu início, os tetos eram lavados com água e sabão, desinfetados com solução iodada, secos com papel toalha e os primeiros jatos de leite descartados em caneca telada. Após a ordenha os tetos eram mergulhados em solução desinfetante à base de iodo glicerinado. O leite era recolhido em jarras e pesado em balança digital com precisão de 5g.

O experimento foi conduzido em dois quadrados latinos (3x3) balanceados. Cada período experimental teve a duração de 14 dias, sendo nove para adaptação e ajuste do consumo voluntário das dietas e cinco dias de coleta de dados.

Foram avaliadas três dietas, que diferiram em relação à fonte e teor de lipídeos:

- Tratamento 1: controle, com 3% de extrato etéreo (EE) na matéria seca (MS).

- Tratamento 2: polpa de abacate variedade Breda (16,5% EE na MS).
- Tratamento 3: óleo de abacate variedade Hass (8% EE na MS).

As dietas (Tabela 1) foram balanceadas para atender às necessidades de cabras com 50 kg de peso vivo e produção de leite entre 2,06 e 3,22 kg com 4,0% de gordura (NRC, 2007).

A ração concentrada foi fornecida duas vezes ao dia na quantidade de 1 kg de matéria seca/cabra/dia, sendo metade as 11h:00 quando as cabras retornavam do pastejo, e o restante as 16h:30, após a ordenha da tarde. A adição da polpa e do óleo de abacate era feita no momento do fornecimento para evitar problemas de rancificação. Antes do fornecimento do concentrado, as sobras eram coletadas e pesadas para cálculo do consumo.

Antes de sua utilização o abacate era armazenado a temperatura ambiente até seu amadurecimento, constatado pelo amaciamento da polpa por apalpação. Nesse ponto o abacate era lavado com água e sabão, retirado sua polpa, acondicionado em sacos plásticos na quantidade de 1 kg e congelados em freezer, segundo a metodologia de SIMON (2008). A quantidade requerida para a suplementação era retirada do freezer um dia antes para seu descongelamento.

O óleo de abacate usado foi da marca Azeite Hass (variedade de abacate Hass), comprado na fazenda Jaguacy, em Bauru - S.P.

No início de cada período experimental era feita uma adaptação para a nova ração concentrada, sendo que no primeiro e segundo dia fornecia-se 70% da dieta anterior, no terceiro e quarto dia 30% da dieta anterior e a partir do quinto dia 100% da nova dieta.

A ração concentrada foi amostrada no quinto dia de cada período e o pasto na mudança de piquete. As amostras foram congeladas em freezer até sua análise no laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição e Melhoramento Animal da FMVZ-UNESP, em que foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE) de acordo com a metodologia da A.O.A.C. International (Cuniff, 1995), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com a metodologia de VAN SOEST et al. (1991).

Tabela 1 - Ingredientes e composição nutricional do concentrado e dietas experimentais (% MS)

Item	Concentrado		
	Controle	Polpa	Óleo
Ingredientes			
Farelo de soja	10,00	14,76	11,24
Milho triturado	56,00	38,24	18,26
Trigo	30,00	-	53,37
Calcário	1,00	1,07	1,41
Fosfato bicálcico	1,00	1,07	1,41
Sal mineral ¹	2,00	2,31	2,81
Polpa de abacate ²	-	37,71	-
Óleo de abacate ³	-	-	11,50
Composição bromatológica expressa em % MS			
Nutrientes			
Matéria mineral	6,65	7,10	9,32
Proteína bruta	18,11	18,36	19,39
Extrato etéreo	4,47	22,28	13,79
Fibra bruta	5,79	5,45	10,59
Nutrientes digestíveis totais	75,82	89,44	78,87
Fibra em detergente neutro	19,69	23,89	25,05
Fibra em detergente ácido	5,67	9,59	7,47
Composição bromatológica das dietas em % MS ⁴			
Matéria mineral	7,92	7,65	9,22
Proteína bruta	15,84	17,07	16,74
Extrato etéreo	2,89	16,50	8,00
Fibra bruta	19,47	12,87	20,71
Nutrientes digestíveis totais	66,85	80,87	69,39
Fibra em detergente neutro	45,50	36,55	45,88
Fibra em detergente ácido	20,15	16,25	19,71

¹Composição suplemento mineral (quantidade/quilo do produto): Ca 150 g, P 80 g, Na 110 g, S 40 g, Zn 2.700 mg, Cu 300 mg, Mn 810 mg, I 62 mg, Co 64 mg, Se mg. ²A variedade usada foi Breda, ³ A variedade usada foi Hass.

⁴Baseado na composição nutricional dos concentrados, composição química do Capim-Tobiatã (Tabela 2) e consumo de MS (Tabela 4).

Tabela 2 - Composição bromatológica (% MS) da forragem e da polpa de abacate utilizados na alimentação das cabras

Nutrientes	Capim-tobiatã	Abacate variedade Breda
Matéria mineral	9,11	3,85
Proteína bruta	13,73	8,03
Extrato etéreo	1,42	43,01
Fibra bruta	32,24	10,28
Nutrientes digestíveis totais	58,60	115,58
Fibra em detergente neutro	69,60	38,12
Fibra em detergente ácido	33,64	26,86

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados utilizando a equação de KEARL (1982): $NDT = 40.2625 + 0.1969 \%PB + 0.4228 \%ENN + 1.1903 \%EE - 0.1379 \%FB$, onde PB: Proteína bruta, ENN: Extrato não nitrogenado, EE: Extrato etéreo, FB: Fibra bruta. A determinação de ENN foi feita pela fórmula: $ENN (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%FB + \%MM)$ de acordo com BUDIÑO et al. (2009).

Para determinar o consumo de forragem, foi utilizado óxido de cromo (Cr_2O_3) como marcador externo, administrado via oral, utilizando-se cápsulas gelatinosas. Foram fornecidos 2,5 g de Cr_2O_3 uma vez ao dia às 17h00, durante os últimos 10 dias do período, sendo os cinco primeiros dias destinados à estabilização da concentração de Cr_2O_3 nas fezes, e os cinco últimos dias para a colheita de fezes diretamente do reto dos animais às 8h00m e às 17h00. Este material foi congelado e processado no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, pela metodologia de NETO et al. (2005).

A produção de leite foi estimada pela média dos últimos cinco dias de cada período. No 14º dia, foram colhidas amostras individuais de leite nas ordenhas da manhã e da tarde proporcionalmente a produção, e colocadas em frascos de 30 mL contendo conservante bronopol (2-bromo-2-nitropropano – 1,3 diol), e enviadas para a Clínica do Leite da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” (Esalq/USP – Piracicaba/SP). Nestas amostras foram determinados os teores de proteína, gordura, lactose, sólidos totais, extrato seco desengordurado, contagem de células somáticas (CCS) e nitrogênio ureico pela metodologia da absorção infravermelha, utilizando-se o equipamento Bentley 2000®, com exceção da determinação de CCS que foi realizado pela Citometria de Fluxo.

Para correção da produção de leite para 3,5% e 4% de gordura, utilizou-se a fórmula sugerida por RODRIGUES et al. (2007): $LCG_{3,5\%} = [(0,4255 \times \text{Produção de leite (kg)}) + [16,425 \times (\% \text{ de gordura}/100) \times \text{Produção de leite (kg)}]$, enquanto a fórmula para 4% de gordura, foi: $LCG_{4\%} = 0,4 \times \text{leite (kg/dia)} + 15 \times \text{Produção de gordura (kg/dia)}$. A correção do leite para sólidos totais foi realizada conforme RODRIGUES et al. (2007) utilizando-se a equação: $LCST = [(12,3 \times \text{Produção de gordura (kg)}) + [(6,56 \times \text{Produção de sólidos não gordurosos (g)}) - [(0,0752 \times \text{Produção de leite (kg)})]$ e a contagem de células somáticas (CCS) foi transformada em logaritmo natural (LCCS).

Durante as amostragens de leite para as análises de seus constituintes, também foram coletadas amostras individuais de 80 mL para determinação do perfil de ácidos graxos, que foram congeladas e enviadas ao Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal da ESALQ/USP, analisadas pela metodologia de cromatografia gasosa. Nesse mesmo laboratório foram analisados os ácidos graxos da forragem, dos concentrados e dos suplementos.

Tabela 3 - Perfil de ácidos graxos (g/100g de gordura) do capim-tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã), concentrados e suplementos utilizados no experimento

Ácidos graxos	Capim	Concentrado controle	Concentrado sem polpa	Polpa	Concentrado sem óleo	Óleo
Saturados						
C16:0	30,29	16,372	16,053	22,646	18,739	23,706
C18:0	2,619	1,932	2,713	1,192	1,746	0,494
C18:1n c9	3,262	23,205	25,488	36,618	19,815	35,288
C18:1n c11	0,483	1,947	1,477	4,447	1,358	6,978
Outros C18:1	0,607	1,526	1,469	3,332	1,202	4,536
C18:2n 6	17,98	51,15	48,70	14,52	51,99	12,84
C18:3n 3	27,71	1,77	1,98	3,31	2,47	0,37
AGS ¹	40,37	18,91	19,38	26,36	21,17	24,31
AGI ²	55,38	80,57	79,92	68,36	78,02	74,04
AGMI ³	8,94	27,64	29,23	50,48	23,56	60,83
AGPI ⁴	46,44	52,93	50,69	17,88	54,46	13,21
AGMI/AGS ⁵	0,22	1,46	1,51	1,91	1,11	2,50
AGPI/AGS ⁶	1,15	2,80	2,62	0,68	2,57	0,54

¹AGS: Ácidos graxos saturados, ²AGI: Total de ácidos graxos insaturados, ³AGMI: Ácidos graxos monoinsaturados, ⁴AGPI: Ácidos graxos poliinsaturados, ⁵AGMI/AGS: Relação total de ácidos graxos monoinsaturados/total de saturados, ⁶AGPI/AGS: Relação total ácidos graxos poliinsaturados/total de saturados.

As amostras de leite foram descongeladas e centrifugadas a 9.000 rpm por 30 min para separação da gordura. Para a determinação do perfil dos ácidos graxos da gordura do leite inicialmente foi feita a extração dos lipídios por uma mistura de solvente orgânico hexano:isopropanol (3:2), conforme metodologia descrita por HARA & RADIM (1978), e a fração lipídica foi esterificada com solução básica de metóxido de sódio, segundo CHRISTIE (1982). Uma vez esterificada a amostra foi injetada no cromatógrafo e a identificação dos ácidos graxos foi realizada por meio do software Chromquest 4.1 (Thermo Electron, Italy), sendo os resultados dos ácidos graxos

expressos em percentual de área (%).

A partir do perfil de ácidos graxos obtido foram determinados os teores totais de ácidos graxos $\omega 3$ (ômega 3), $\omega 6$ (ômega 6), CLA (ácido linoléico conjugado), ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) e as relações $\omega 6/\omega 3$, AGMI/AGS, AGPI/AGS. Foram determinados também os índices de qualidade nutricional da fração lipídica: índice de aterogenicidade (IA), por meio da fórmula $[(C12:0 + (4 * C14:0) + C16:0)] / (AGMI + \omega 3 + \omega 6)$, índice de trombogenicidade (IT), por meio da fórmula $[(C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 + AGMI) + (0,5 * \omega 6) + (3 * \omega 3) + (\omega 3 * \omega 6)]]$, ambas segundo ULBRICHT & SOUTHGATE (1991), e a relação de ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH), por meio da fórmula $[(C18:1cis9 + C18:2\omega 6 + C20:4\omega 6 + C18:3\omega 3 + C20:5\omega 3 + C22:6\omega 3) / (C14:0 + C16:0)]$, segundo SANTOS-SILVA et al. (2002).

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG, versão 9.0 (UFV, 2000). Os contrastes de médias foram feitos pelo teste de Tukey, sendo adotado para ambos os procedimentos o nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado maior consumo de matéria seca (MS) para animais suplementados com óleo de abacate, tanto em kg/animal/dia como em porcentagem do peso vivo (%PV) isto foi devido ao maior consumo de concentrado da dieta com óleo em relação a dieta controle, uma vez que não houve diferença no consumo de volumoso, supostamente em decorrência de algum fator apetecível que melhorou a palatabilidade do concentrado contendo óleo.

Já o maior consumo da dieta total com óleo em relação à polpa foi devido ao maior consumo de volumoso, pois não foi observada diferença no consumo de concentrado. Esse mesmo fato pode ser usado para explicar o maior consumo da dieta controle em relação à polpa. A observação desses resultados demonstra que a dieta contendo polpa de abacate reduziu o consumo de alimento volumoso e que a quantidade de extrato etéreo (EE) nessa dieta seja a responsável pela depressão no consumo de MS

de volumoso.

Tabela 4 - Consumos médios diários de nutrientes em função dos tratamentos experimentais

Nutrientes ⁽¹⁾	Tratamentos			Média ± EP
	Controle	Polpa	Óleo	
Consumo da Dieta Total				
MS (g/dia)	1.357 b	953 c	1.802 a	1.371 ± 89,19
(%PV)	2,41 b	1,78 c	3,13 a	2,44 ± 0,18
PB (g/dia)	214 b	163 c	301 a	226 ± 14,94
(%PV)	0,38 b	0,30 b	0,52 a	0,40 ± 0,03
EE (g/dia)	39 b	157 a	145 ab	116 ± 17,62
(%PV)	0,07 b	0,30 a	0,25 ab	0,21 ± 0,03
MIN (g/dia)	107	73	166	115 ± 9,63
(%PV)	0,19 b	0,14 b	0,29 a	0,21 ± 0,02
NDT (g/dia)	908 b	778 b	1.251 a	979 ± 56,28
(%PV)	1,61 b	1,44 b	2,18 a	1,74 ± 0,12
FDN (g/dia)	618 b	347 c	827 a	597 ± 49,41
(%PV)	1,10 b	0,67 c	1,42 a	1,07 ± 0,09
FDA (g/dia)	274 b	152 c	355 a	260 ± 21,26
(%PV)	0,49 b	0,30 c	0,61 a	0,46 ± 0,04
Consumo do Volumoso				
MS (g/dia)	702 a	264 b	842 a	602 ± 62,13
MS (%PV)	1,25 a	0,54 b	1,44 a	1,08 ± 0,11
Consumo do Concentrado				
MS (g/dia)	655 b	689 ab	959 a	768 ± 43,49
MS (%PV)	1,15 b	1,24 ab	1,69 a	1,36 ± 0,09
Rel. Vol:Conc ¹	51,73/48,27	27,70/72,30	46,73/53,27	

*Médias seguidas de mesma letra nas linhas não apresentam diferença entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

¹Relação volumoso:concentrado segundo o consumo

EP: erro-padrão

Como a quantidade de EE (kg/dia) consumida não foi diferente entre os tratamentos com polpa (157,0 g/dia) e com óleo (145,0 g/dia), isso pode indicar que as cabras conseguem ingerir em torno de 145 a 157 g/dia, e quando atinge esse nível de EE elas cessam o consumo de alimentos. ALMEIDA et al. (2013) constataram efeito linear decrescente no consumo de matéria seca de cabras a medida que óleo de soja foi

adicionado em níveis de 0, 30, 60 e 90 g/dia, sendo que este último nível correspondeu ao consumo de 161 g/dia de EE considerando a dieta basal e a suplementação. O intervalo limite de EE consumido entre 145 a 157 g/dia determinado no presente estudo, de fontes ricas em ácidos graxos insaturados, capaz de reduzir o consumo de MS está próximo do determinado por TEH et al. (1994) de 3,6 g/kg de peso vivo em cabras.

O efeito da adição de óleos vegetais no consumo de MS não foi constatado por LANA et al. (2005), MARTÍNEZ-MARÍN et al. (2012), ALMEIDA et al. (2013) e RAZZAGHI et al. (2015), porém em nenhum desses trabalhos foi ultrapassado a quantidade de 160 g/dia de EE.

A redução no consumo de MS, quando o animal atinge o nível de 157 g de EE, pode ser explicada como um mecanismo de proteção dos microorganismos ruminais, uma vez, que os ácidos graxos insaturados possuem efeito inibitório sobre a população bacteriana Gram-positiva (NAGARAJA et al., 1997), efeito tóxico em bactérias celulolíticas (PALMQUIST, 1989) e para aquelas que participam da BH, como a *Butyrivibrio fibrisolvens*, maior responsável por esse processo (MAIA et al., 2010).

O consumo de matéria seca da dieta com óleo de abacate foi superior aos demais, e o da dieta controle superior ao da polpa, em função disso o consumo dos outros nutrientes foram influenciados de forma semelhante (Tabela 4).

Houve influência dos tratamentos no consumo de matéria seca, provocando alteração no ganho de peso dos animais dos diferentes tratamentos, com perda para as cabras suplementadas com polpa e óleo de abacate. A média geral apontou uma perda de -34,80 g/dia, o que pode estar relacionado com a mobilização de reserva corporal em virtude da máxima produção de leite próxima ao pico de produção de leite (Tabela 5).

A produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PL 3,5%) e 4,0% de gordura (PL 4%), produção de leite corrigida para sólidos totais (LCST), extrato seco desengordurado (ESD), proteína, lactose, nitrogênio ureico e logaritmo da contagem de células somáticas não foram influenciados pelos tratamentos.

A porcentagem de sólidos totais do leite foi maior para a dieta com óleo de abacate em relação ao controle, e estes não diferiram do tratamento com polpa. Essas diferenças foram devidas a porcentagem de gordura no leite que apresentou o mesmo comportamento e acabou influenciando a porcentagem de sólidos totais, uma vez que os outros constituintes não apresentaram diferença entre os tratamentos (Tabela 5).

Resultado que corrobora CHILLIARD et al. (2003) que observaram que a principal mudança ao adicionar lipídios na dieta de cabras é o incremento no teor de gordura do leite.

Tabela 5 - Produção e composição do leite das cabras alimentadas com dietas experimentais

Característica	Tratamento			Média ± EP
	Controle	Polpa	Óleo	
Ganho de peso no período (g/dia)	40,47 b	-73,45 a	-71,43 a	-34,80 ± 35,42
Produção de leite (kg/dia)	1,84	1,46	1,67	1,66 ± 0,12
PL 3,5% (kg/dia) ¹	2,14	1,77	2,06	1,99 ± 0,14
PL 4,0 % (kg/dia) ²	1,98	1,63	1,90	1,84 ± 0,14
LCST (kg/dia) ³	1,89	1,55	1,80	1,75 ± 0,12
Gordura (%)	4,31 b	4,68 ab	4,94 a	4,64 ± 0,11
Proteína (%)	3,23	3,27	3,25	3,25 ± 0,11
Lactose (%)	4,18	4,13	4,20	4,17 ± 0,07
Sólidos totais (%)	12,67 b	13,06 ab	13,39 a	13,04 ± 0,15
ESD (%) ⁴	8,36	8,38	8,45	8,39 ± 0,11
LCCS (cel/mL) ⁵	2,80	2,76	2,88	2,81 ± 0,14
Nitrogênio ureico (mg/dL)	23,07	23,60	23,32	23,33 ± 1,31

¹Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, ²Produção de leite corrigida para 4% de gordura, ³Produção de leite corrigida para sólidos totais, ⁴Extrato seco desengordurado, ⁵logaritmo natural da contagem de células somáticas. EP: erro-padrão. Médias seguidas da mesma letra nas linhas, não apresentam diferença entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

A maior parte dos trabalhos revelam aumentos (BERNARD et al., 2005; LANA et al., 2005; FERNANDES et al., 2008; QUEIROGA et al., 2010) ou ausência de efeito (MAIA et al., 2006b; MARTÍNEZ-MARÍN et al., 2012; RAZZAGHI et al., 2015) da suplementação de óleos vegetais na dieta, na porcentagem da gordura do leite de cabras.

Em vacas, a maioria dos trabalhos revela situação inversa, sendo observada redução na porcentagem de gordura do leite quando a alimentação destas é suplementada com óleos vegetais. Essa redução é devido a um isômero formado no rúmen durante a BH do ácido linoléico (18:2 c9, c12) a esteárico (C18:0), o C18:2 t10, c12 (CLA). Para BAUMAN & GRIINARI (2003) a redução da porcentagem de gordura do leite imposta por esse isômero é o resultado da inibição da síntese na glândula mamária, com decréscimo na concentração de AGCC e AGCM no leite e também da captura de ácidos graxos no sangue arterial. Segundo SCHMIDELY & ANDRADE (2011) essa redução pode estar relacionada com a inibição da atividade das enzimas lipogênicas acetil-CoA carboxilase e ácido graxo sintetase, na glândula mamaria.

Tabela 6 - Perfil de ácidos graxos do leite (g/100g de gordura) de cabras que receberam dieta controle, dieta com polpa de abacate e dieta com óleo de abacate

Variáveis	Tratamento			Média ± EP
	Controle	Polpa	Óleo	
Saturados				
C4:0	1,7563	2,1268	1,9542	1,9458 ± 0,09
C6:0	2,4018	2,1973	2,1153	2,2382 ± 0,07
C8:0	2,8790 a	2,1587 b	2,0212 b	2,3529 ± 0,14
C10:0	10,2343 a	7,1873 ab	6,5145 b	7,9787 ± 0,62
C11:0	0,1063	0,0455	0,0636	0,0718 ± 0,01
C12:0	4,4038 a	3,0153 b	2,6152 b	3,3448 ± 0,32
C13:0	0,1120	0,0742	0,0712	0,0858 ± 0,01
C14:0	9,7125 a	7,7863 ab	6,3202 b	7,9397 ± 0,56
C15:0	0,8600 a	0,5777 b	0,5652 b	0,6676 ± 0,05
C16:0	24,8468	25,9965	29,7100	26,8511 ± 0,84
C17:0	0,6650	0,7258	0,5268	0,6392 ± 0,03
C18:0	13,1672	14,4075	14,5408	14,0385 ± 0,74
C20:0	0,0813	0,0575	0,0563	0,0651 ± 0,00
Monoinsaturados				
C14:1	0,1363 a	0,0880 b	0,0818 b	0,1021 ± 0,01
C16:1	1,1130 b	1,2543 b	1,6733 a	1,3469 ± 0,07
C17:1	0,2182	0,3372	0,2023	0,2526 ± 0,03
C18:1n c9	18,3895	22,3358	20,7270	20,4841 ± 0,99
C18:1n c11	1,2262	1,6063	1,4685	1,4337 ± 0,10
C18:1n c12	0,6948	0,8882	0,8255	0,8028 ± 0,06
C18:1n c13	0,3717	0,4657	0,4480	0,4284 ± 0,03
C18:1n c15	0,0270 b	0,0410 ab	0,0597 a	0,0426 ± 0,00
C18:1n (t6-t9)	0,2850	0,3753	0,6633	0,4412 ± 0,06
C18:1n (t10-t12)	0,7700 b	1,2562 ab	1,6020 a	1,2094 ± 0,11
C18:1n t16	0,0763 b	0,1175 ab	0,1653 a	0,1197 ± 0,01
Poliinsaturados				
C18:2n c9t11	0,2897 b	0,4518 a	0,4805 a	0,4073 ± 0,03
C18:2n c9c12	2,0508	1,5998	1,6822	1,7776 ± 0,08
C18:2n t10c12	0,00	0,0027	0,0006	0,0011 ± 0,00
C18:3n 3	0,1252	0,0977	0,0875	0,1034 ± 0,01
C18:3n 6	0,0680 a	0,0447 b	0,0527 b	0,0551 ± 0,00
C20:3n 3	0,0007	0,0028	0,0005	0,0013 ± 0,00
C20:3n 6	0,0005	0,0002	0,0005	0,0004 ± 0,00
C20:4n 6	0,1225	0,0780	0,0940	0,0982 ± 0,01
C20:5	0,0028 b	0,0035 ab	0,0075 a	0,0046 ± 0,00
Cadeias				
Curta	17,5395 b	13,8212 a	12,7550 a	14,7052 ± 0,77
Media	41,1891	38,2827	40,0780	39,8499 ± 1,20
Longa	40,3415	46,7923	46,1007	44,4115 ± 1,78

EP: erro-padrão. Médias seguidas de mesma letra nas linhas, não apresentam diferença entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

No presente trabalho observou-se redução no teor de AGCC no leite das cabras, nas dietas com polpa e óleo de abacate em relação ao controle, porém o teor do isômero C18:2 t10, c12 não foi influenciado pelos tratamentos (Tabela 6) e portanto indicando algum mecanismo que impeça sua síntese, ou que sua atuação na inibição da síntese de gordura na glândula mamária é reduzida em cabras, estando outro mecanismo envolvido na redução de AGCC no leite. A ausência de diferença na produção do isômero pode ser devido a menor quantidade de seu principal precursor, o ácido linoléico, que está presente em menores proporções no óleo de abacate (Tabela 3) em relação aos demais óleos normalmente usados para a suplementação animal como o de canola, arroz, soja, algodão, girassol e linhaça, cujo teor está entre 24,48 a 65,18 (KALSCHEUR et al., 1997; GULATI et al., 1999; MAIA et al., 2006b; MASIHA et al., 2013), ou que nas cabras o ácido linoléico preferencialmente leve a formação do ácido rumênico (C18:2 c9, t11 CLA), que apresentou maiores proporções nas dietas com polpa e óleo de abacate em relação ao controle (Tabela 6), em detrimento do C18:2 t10, c12. O maior teor de gordura no leite das cabras poderia ser explicado pela saturação da BH pela grande quantidade de ácido oléico presente no abacate e seu óleo, haja vista o maior teor de isômeros de C18:1 presente no leite das cabras desses tratamentos (Tabela 6).

Outra explicação para a ausência da depressão na gordura do leite das cabras suplementadas com óleo de abacate reside no fato que os ácidos graxos mono insaturados são menos tóxicos as bactérias celulolíticas em relação aos poliinsaturados (MAIA et al., 2006a). Esse efeito tóxico reduz a relação acetato:propionato e, conseqüentemente o suprimento de ácido acético, precursor direto de 50% da gordura do leite (PALMQUIST et al., 1989), principalmente pela síntese de AGCC e média no leite (SCHMIDELY & ANDRADE, 2011).

Não foram constatadas diferenças entre as dietas nas concentrações de ω -3, ω -6, ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, suas relações e nos índices IA, IT e HH (Tabela 7). Porém o nível de CLA foi maior em 56,88 e 66,10% nas dietas com polpa e óleo de abacate respectivamente.

Embora não tenha ocorrido diferença nas somas totais dos ácidos graxos saturados e insaturados, houve diferenças na concentração de alguns ácidos graxos quando analisados isoladamente (Tabela 6). Os teores de ácidos graxos saturados de cadeia curta e média (C8 – C15) nas dietas com polpa e óleo foram reduzidos em

relação ao controle. As principais reduções foram para: caprílico (C8:0), láurico (C12:0), pentadecanóico (C15:0), cáprico (C10:0) e mirístico (C14:0), sendo que para estes dois últimos foi observada diferença apenas para a dieta com óleo. As reduções foram de 25 a 33% e entre 29 a 40% para a polpa e óleo respectivamente, quando comparado ao leite das cabras da dieta controle (Tabela 6). A redução na concentração desses ácidos graxos colaborou para que fossem observadas as mesmas diferenças entre os tratamentos nos AGCC, com reduções de 21,19 e 27,27% para a polpa e o óleo respectivamente.

A redução nos AGCC, especialmente o C6:0 (capróico), C8:0 (caprílico) e C10:0 (capríco) na forma livre, pode ser considerado benéfico já que são responsáveis pelo *flavour* característico do leite caprino e considerado o maior fator de resistência ao consumo pelos humanos do leite e seus derivados (CHILLIARD et al., 2003). Da mesma forma a redução nos teores de AGCM C:12 – C:16, uma vez que fazem parte do grupo de compostos responsáveis pelo desenvolvimento de doenças cardiovasculares (PALMQUIST & MATTOS, 2006).

Nos ácidos graxos monoinsaturados de cadeia longa houve um aumento no teor dos ácidos graxos C18:1 (c15, t10 – t12 e t16) no leite das cabras da dieta com óleo em relação a dieta controle, sendo que a dieta com polpa ficou em posição intermediária não diferindo das outras duas.

Entre os poliinsaturados houve um aumento expressivo de 55,95 e 65,86 % no teor do C18:2 c9, t11 CLA no leite das cabras das dietas com polpa e óleo respectivamente, em relação ao controle.

A redução nos teores de AGCC e ou média, aumento dos C18:1 e do C18:2 c9, t11 CLA no leite de cabras que tiveram sua dieta suplementada com fontes lipídicas foi constatado na maioria dos relatos (BERNARD et al, 2005; MAIA et al., 2006b; BOUATTOR et al., 2008; FERNANDES et al., 2008; MARTÍNEZ-MARÍN et al., 2012, RAZZAGHI et al., 2015), com pequenas divergências com relação aos ácidos graxos e seus teores.

Segundo RAZZAGHI et al. (2015) a redução nos teores de AGCC e média saturadas no leite de cabras suplementadas com fontes lipídicas é decorrência da redução da *síntese de novo* na glândula mamária, que é compensada por um aumento nos níveis de ácidos graxos C18 na gordura do leite.

No presente trabalho observou-se redução dos AGCC (C4 – C10) de 21,20 e 27,28% para a polpa e óleo de abacate em relação à dieta controle, sendo que essa redução é maior em vacas, chegando a 69% (ROY et al., 2006), o que pode ajudar a explicar a redução no teor de gordura desses animais quando a dieta é suplementada com fontes lipídicas.

O aumento na concentração da família do C18:1 na dieta com óleo pode ser consequência da maior incorporação de fontes disponíveis na dieta ou da ação da enzima Δ^9 desaturase no C18:0 nos tecidos da glândula mamária (GÓMEZ-CORTES et al., 2011). Outra possível explicação para o aumento do C18:1 seria uma redução na rota para a via *trans*-10 durante a BH no rúmen, limitando dessa forma a síntese do C18:2 t10, c12 CLA, tido como um inibidor da Δ^9 desaturase, ou mesmo uma menor sensibilidade dessa enzima para ácidos graxos de cadeia longa em cabras (BERNARD et al., 2010). Esses argumentos pode também ser usado para explicar os baixos teores e ausência de efeitos da dieta nos teores de C18:2 t10, c12 CLA obtidos no presente trabalho.

O aumento nas concentrações de CLA no leite de cabras suplementadas com fontes lipídicas de origem vegetal está bem consolidado na literatura (BERNARD et al., 2005; MAIA et al., 2006b; BOUATTOUR et al., 2008; MARTÍNEZ-MARÍN et al., 2012; RAZZAGHI et al., 2015).

No presente trabalho o aumento do CLA no leite das cabras nas dietas com polpa e óleo em relação ao controle se deve ao ácido rumênico (C18:2 c9, t11) uma vez que o C18:2 t10, c12 apresentou baixos teores e não foi influenciado pelas dietas (Tabela 6). Este pode ter duas origens, a primeira, em menor quantidade, do ácido graxo linoléico, uma vez que, pequena parte do CLA é formado durante a BH no rumen, e a segunda, em maior quantidade, pelo aumento da síntese do ácido vacênico (C18:1 t11) durante a BH dos ácidos linoléico e linolênico, que levado pela corrente sanguínea a glândula mamaria, sobre o processo de desaturação por meio da enzima Δ^9 desaturase (CHILLIARD et al., 2007, SANTOS et al., 2011). Corroborar o aumento nas concentrações de ácido vacênico C18:1 (t10-t12) observado na dieta com óleo em relação ao controle, e que não diferiram da polpa, mas o aumento proporcionado neste ultimo foi suficiente para aumentar a produção de CLA (Tabela 6).

Segundo SANTOS-ZAGO et al. (2008) e BOMFIM et al. (2011), o incremento

no perfil de CLA é muito importante, uma vez que esta classe de isômeros do ácido linoléico (C18:2) é hoje reconhecida como tendo propriedades anticarcinogênicas, antiaterogênica, antidiabéticas, antioxidante, imunomoduladora e hipocolesterolêmica em estudos feitos com animais.

Tabela 7 - Valores percentuais de ácidos graxos da gordura de leite (g/100g de gordura)

Variáveis	Tratamento			Média ± EP
	Controle	Polpa	Óleo	
CLA ¹	0,2897 b	0,4545 a	0,4812 a	0,4084 ± 0,03
ω-3	0,1867	0,1477	0,1373	0,1572 ± 0,01
ω-6	2,2419	1,7227	1,8293	1,9313 ± 0,09
AGS ²	72,7753	67,6198	68,3815	69,5922 ± 1,22
AGMI ³	23,5753	28,9493	28,1007	26,8751 ± 1,18
AGPI ⁴	2,7195	2,3270	2,4515	2,4993 ± 0,10
AGMI/AGS ⁵	0,3247	0,4408	0,4143	0,3933 ± 0,02
AGPI/AGS ⁶	0,0373	0,0350	0,0350	0,0362 ± 0,00
ω-6/ω-3 ⁷	12,4387	11,9018	14,0332	12,7912 ± 0,55
IA ⁸	2,6620	2,2112	1,9713	2,2815 ± 0,19
IT ⁹	3,5567	3,2462	3,3723	3,3917 ± 0,17
HH ¹⁰	0,5982	0,7547	0,6322	0,6617 ± 0,04

¹CLA: Ácido linoléico conjugado, ²AGS: Ácidos graxos saturados, ³AGMI: Ácidos graxos monoinsaturados, ⁴AGPI: Ácidos graxos poliinsaturados, ⁵AGMI/AGS: Relação total de ácidos graxos monoinsaturados/total de saturados, ⁶AGPI/AGS: Relação total ácidos graxos poliinsaturados/total de saturados, ⁷ω-6/ω-3: Relação de ácidos graxos ômega 6/ômega 3, ⁸IA: Índice de aterogenicidade, ⁹IT: Índice de trombogenicidade, ¹⁰HH: hipocolesterolêmicos.

EP: erro-padrão. Médias seguidas de mesma letra nas linhas, não apresentam diferença entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

CONCLUSÃO

A inclusão de óleo comercial de abacate na dieta (8% de EE na MS) de cabras em lactação aumenta e a polpa da fruta (16,5% de EE na MS) diminui o consumo de MS em relação ao controle (3% de EE na MS).

A produção de leite não é influenciada pela inclusão de polpa e óleo comercial de abacate, nos níveis avaliados, porém o teor de sólidos totais e a gordura do leite aumentam com a suplementação de óleo comercial.

A suplementação de ácidos graxos insaturados, por meio do óleo comercial de abacate e da polpa da fruta, na dieta de cabras, aumenta a concentração de CLA e diminui de ácidos graxos de cadeia curta no leite, que melhora suas propriedades

nutracêuticas e beneficia a saúde dos consumidores.

COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Protocolo N° 31/2012-CEUA

REFERÊNCIAS

ABDALLA, A.L. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, supl. esp., p.260-268, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37nspe/a30v37nsp.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2015. doi: 10.1590/S1516-35982008001300030.

ALMEIDA, O.C. et al. Milk fatty acids profile and arterial blood milk fat precursors concentration of dairy goats fed increasing doses of soybean oil. **Small Ruminant Research**, v.114, n.1, p.152-160, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448813001429>>. Acesso em: 19 jan. 2015. doi: 10.1016/j.smallrumres.2013.04.014.

BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Review of Nutrition**, v.23, n.1, p.203-227, 2003. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.nutr.23.011702.073408>>. Acesso em: 19 jan. 2015. doi: 10.1146/annurev.nutr.23.011702.073408.

BAUMAN, D.E. et al. Major advances associated with the biosynthesis of milk. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.4, p.1235-1243, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030206721920>>. Acesso em: 19 jan. 2015. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72192-0

BERNARD, L. et al. Mammary lipid metabolism and milk fatty acid secretion in alpine

goats fed vegetable lipids. **Journal of Dairy Science**, v.88, n.4, p.1478-1489, 2005. Disponível em: <[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(05\)72816-2/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(05)72816-2/pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2014. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72816-2.

BERNARD, L. et al. Effects of fish oil and starch added to a diet containing sunflower-seed oil on dairy goat performance, milk fatty acid composition and in vivo $\Delta 9$ -desaturation of [13C] vaccenic acid. **British Journal of Nutrition**, v.104, n.3, p.346-354, 2010. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=7843362&fileId=S0007114510000486>>. Acesso em: 19 mar. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114510000486>.

BEVILACQUA, C. et al. Goats' milk of defective *as1*-casein genotype decreases intestinal and systemic sensitization to β -lactoglobulin in guinea pigs. **Journal of Dairy Research**, v.68, n.2, p.217-227, 2001. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=82315&fileId=S0022029901004861>>. Acesso em: 19 mar. 2015. doi: 10.1017/S0022029901004861.

BOMFIM, M.A.D. et al. Abordagem multidisciplinar de P, D & I para o desenvolvimento de produto lácteo com alto valor teor de CLA e alegação de propriedade funcional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, supl. esp., p.98-106, 2011. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/revista/artigos/66265.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2014.

BOUATTOUR, M.A. et al. Feeding soybean oil to dairy goats increases conjugated linoleic acid in milk. **Journal of Dairy Science**, v.91, n.6, p.2399-2407, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030208711901>>. Acesso em: 19 mar. 2015. doi: 10.3168/jds.2007-0753.

BUDIÑO, F.E.L. et al. Energia digestível e digestibilidade aparente da proteína bruta e matéria seca do feno de plantas aquáticas para suínos em fase de crescimento. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.3, p.802-807, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/viewArticle/4493>>. Acesso em: 11

ago. 2014.

CHACÓN, V.A. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. **Agronomía Mesoamericana**, v.16, n.2, p.239-252, 2005. Disponível em: <<http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/download/11878/11188>>. Acesso em: 11 fev. 2015. doi: 10.15517/am.v16i2.11878.

CHILLIARD, Y. et al. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.5, p.1751-1770, 2003. Disponível em: <[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(03\)73761-8/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(03)73761-8/pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2015. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73761-8.

CHILLIARD, Y. et al. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.109, no.8, p.828–855, 2007. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ejlt.200700080/pdf>>. Acesso em: 19 set. 2014. doi: 10.1002/ejlt.200700080.

CHRISTIE, W.W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, v.23, p.1072-1075, 1982. Disponível em: <<http://www.jlr.org/content/23/7/1072.full.pdf+html>>. Acesso em: 19 set. 2014.

Cunniff, P. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16. ed.

Arlington: AOAC International, 1995. v.1.

FERNANDES, M.F. et al. 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, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982008000400017>. Acesso em: 03 set. 2014. doi: 10.1590/S1516-35982008000400017.

GÓMEZ-CORTÉS, P. et al. Effects of different forage: concentrate ratios in dairy ewe

diets supplemented with sunflower oil on animal performance and milk fatty acid profile. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.9, p.4578-4588, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203021100470X>>. Acesso em: 15 jan. 2015. doi: 10.3168/jds.2010-3803.

GULATI, S.K.; ASHES, J.R.; SCOTT, T.W. Hydrogenation of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids and their incorporation into milk fat. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, n.1-2, p.57-64, 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840199000103>>. Acesso em: 15 jan. 2015. doi: 10.1016/S0377-8401(99)00010-3.

HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid extraction of tissues with low-toxicity solvent. **Analitical Biochemistry**, v.90, n.1, p. 420-426, 1978. Disponível em: <<http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/22520/0000064.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 23 mai. 2014.

KALSCHEUR, K.F. et al. Effect of fat source on duodenal flow of trans-C 18: 1 fatty acids and milk fat production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.9, p.2115-2126, 1997. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030297761575>>. Acesso em: 23 mar. 2015. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76157-5.

KEARL, L.C. **Nutrients requeriments of ruminants in developing countries**. Logan: Utah State University/International Feedstuffs Institute, 1982. 381p.

KÖPPEN, W. **Climatología: con un estudio de los climas de la tierra**. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.

LANA, R.P. et al. Óleo de soja e própolis na alimentação de cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.650-658, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S1516-35982005000200035&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 05 ago. 2014. doi: 10.1590/S1516-35982005000200035.

MAIA, F.J. et al. 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, 2006a. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n4/32.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2015. doi: 10.1590/S1516-35982006000500032.

MAIA, F. J. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1504-1513, 2006b. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n4/33.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2014. doi: 10.1590/S1516-35982006000500033.

MAIA, M.O. et al. Consumo, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos de cabras mestiças moxotó suplementadas com óleos de licuri ou mamona. **Ciência Rural**, v.40, n.1, p.149-155, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n1/a446cr1492.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2015. doi: 10.1590/S0103-84782010000100024.

MARTÍNEZ–MARÍN, A.L. et al. Effects of feeding increasing dietary levels of high oleic or regular sunflower or linseed oil on fatty acid profile of goat milk. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.4, p.1942-1955, 2012. Disponível em: <[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(12\)00158-0/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(12)00158-0/pdf)>. Acesso em: 05 ago. 2014. doi: 10.3168/jds.2011-4303.

MASIHA, A. et al. Effect of dietary flaxseed oil level on the growth performance and fatty acid composition of fingerlings of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **SpringerPlus**, v.2, n.1, p.1-7, 2013. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/content/pdf/2193-1801-2-1.pdf>>. Acesso em: 03 mai. 2015. doi: 10.1186/2193-1801-2-1.

MIR, Z. et al. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linoleic acid (CLA) and long chain fatty acids in goats milk. **Small Ruminant Research**, v.33, n.2, p.137-143, 1999. Disponível em: <[http://www.smallruminantresearch.com/article/S0921-4488\(99\)00016-4/pdf](http://www.smallruminantresearch.com/article/S0921-4488(99)00016-4/pdf)>. Acesso em: 22 out. 2014. doi: 10.1016/S0921-4488(99)00016-4.

MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design, conduct, and interpretation of grazing trials on

cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pennsylvania. **Proceedings...** Pennsylvania: [s.n.], 1952. p.1380-1385.

NAGARAJA, T.G; NEWBOLD, C.J.; VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER D.I. Manipulation of ruminal fermentation. In: ROBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Ed.) **The rumen microbial ecosystem**. 2th.ed. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p.523-632.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washintgton, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

NETO, H.B. et al. Determinação de rotina do crômio em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico ajustado da 1,5-difenilcarbazida. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.691-697, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v35n3/a33v35n3.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2014. doi: 10.1590/S0103-84782005000300033.

PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídios para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 6, 1989, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 1989. p.11-25.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. et al. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.287-310.

QUEIROGA, R.C.R.E. et al. 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, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n1/27.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2014. doi: 10.1590/S1516-35982010000100027.

RAZZAGHI, A. et al. Effects of sucrose and sunflower oil addition to diet of Saanen dairy goats on performance and milk fatty acid profile. **Livestock Science**, v.173, p.14-23, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141314005745>>. Acesso em:

15 mar. 2015. doi: 10.1016/j.livsci.2014.12.002. doi: 10.1016/j.livsci.2014.12.002.

RIBEIRO, C.V.D.M. et al. Fatty acid profile of meat and Milk from small ruminants: A review. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, supl. esp., p.121-137, 2011. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/revista/artigos/66267.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2015.

RODRIGUES, C.A.F. et al. Consumo, digestibilidade e produção de leite de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia líquida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1658-1665, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36n5s0/a26v3650.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2014. doi: 10.1590/S1516-35982007000700026.

ROY, A. et al. Examination of the persistency of milk fatty acid composition responses to plant oils in cows given different basal diets, with particular emphasis on trans-C18: 1 fatty acids and isomers of conjugated linoleic acid. **Animal Science**, v.82, n.04, p. 479-492, 2006. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=779064&fileId=S1357729806000579>> Acesso em: 17 mar. 2015. doi: 10.1079/ASC200658.

SANTOS, S.F. et al. Efeito da casca de mamona sobre a produção, composição e ácidos graxos do leite de cabra. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.229, p.113-122, 2011. Disponível em: <<http://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v60n229/art13.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2015.

SANTOS-SILVA, J. et al. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, v.77, n.2-3, p.187-194, 2002. Disponível em: <[http://www.livestockscience.com/article/S0301-6226\(02\)00059-3/pdf](http://www.livestockscience.com/article/S0301-6226(02)00059-3/pdf)>. Acesso em: 29 out. 2014. doi: 10.1016/S0301-6226(02)00059-3.

SANTOS-ZAGO, L.F.; BOTELHO, A.P.; OLIVEIRA, A.C. Os efeitos do ácido linoléico conjugado no metabolismo animal: avanço das pesquisas e perspectivas para o futuro. **Revista de Nutrição**, v.21, n.2, p.195-221, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v21n2/v21n2a08.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2014. doi: 10.1590/S1415-52732008000200008.

SCHMIDELY, Ph; ANDRADE, P.V.D. Dairy performance and milk fatty acid composition of dairy goats fed high or low concentrate diet in combination with soybeans or canola seed supplementation. **Small Ruminant Research**, v.99, n.2-3, p.135-142, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448811001921>> Acesso em: 29 nov. 2014. doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.04.010.

SIEBER, R. et al. Impact of microbial cultures on conjugated linoleic acid in dairy products-a review. **International Dairy Journal**, v.14, n.1, p.1-15, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694603001511>> Acesso em: 14 mar. 2015. doi: 10.1016/S0958-6946(03)00151-1.

SIMON, J.W. **Avaliação microbiológica e sensorial do guacamole conservado pelo frio**. 2008. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-graduação em Energia na Agricultura, Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90662/simon_jw_me_botfca.pdf?sequence=1>. Acesso em: 11 nov. 2014.

TEH, T.H. et al. Varying amounts of rumen-inert fat for high producing goats in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.1, p.253-258, 1994. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030294769484>>. Acesso em: 25 mar. 2015. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(94)76948-4.

ULBRICHT, T.L.V.; SOUTHGATE, D.A.T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, v.338, n.8773, p.985-992, 1991. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/014067369191846M>> Acesso em: 25 nov. 2014. doi: 10.1016/0140-6736(91)91846-M.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG**. Versão 9.0. Viçosa, MG, 2000. 1 CD.

VAN SOEST, P.J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991. Disponível em: <[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(91\)78551-2/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(91)78551-2/pdf)>. Acesso

em: 25 mar. 2015. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

CAPÍTULO 3

CONSUMO E PARÂMETROS RUMINAIS EM CABRAS ALIMENTADAS COM POLPA E ÓLEO DE ABACATE (*Persea americana* Mill.)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi de avaliar a suplementação alimentar de cabras com óleo comercial de abacate, 6% de extrato etéreo (EE) na matéria seca (MS) e com a polpa da fruta com o dobro da concentração (14% de EE na MS) sobre o consumo de MS, nutrientes e parâmetros de fermentação ruminal: pH, amônia (N-NH₃) e ácidos graxos voláteis (AGV). Foram utilizadas cabras da raça Saanen não gestantes, não lactantes e providas de cânula ruminal, pesando em média $66,6 \pm 4,6$ kg distribuídas em dois quadrados latinos 3x3. O consumo de MS de concentrado (em g/dia e %PV) foi maior nos animais que consumiram a dieta com polpa em relação ao controle (3% de EE na MS) e óleo, porém esse maior consumo de concentrado não foi suficiente para influenciar o consumo de MS total das dietas nem dos nutrientes. A ingestão da dieta com 6% de EE na MS, por meio do óleo de abacate, não influenciou o consumo e nem os parâmetros ruminiais. A ingestão da dieta com 14% de EE na MS, por meio da polpa de abacate, provocou redução: na ingestão de volumoso proporcional ao concentrado (relação volumoso: concentrado), na concentração de N-NH₃ abaixo do limite necessário para a maximização da atividade fermentativa dos carboidratos que pode comprometer o crescimento microbiano e na concentração de ácido butírico com duas e oito horas após a refeição, em função da diminuição de substrato para as bactérias que degradam fibra e são responsáveis pela produção desse ácido. A suplementação da dieta de cabras com níveis maiores que 6% de EE produz efeitos indesejáveis na fermentação ruminal.

Palavras-chave: ácido acético, ácido butírico, ácidos graxos voláteis, ácido propiônico, amônia, lipídios, pH.

INTAKE AND RUMINAL PARAMETERS IN GOATS FED POLP AND ADVOCADO OIL (*Persea americana* Mill.)

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate goats diet supplemented with avocado oil, 6% of ether extract (EE) on dry matter (DM) and with pulp of fruit with double of concentration (14% of EE on DM) on DM intake, nutrients intake and ruminal parameters: pH, ammonia (N-NH₃) and volatile fatty acids (VFA). There were used non pregnant and non-lactating Saanen goats rumen cannulated with average weight of 66,6 ± 4,6 kg distributed in two latin squares 3 x 3. The concentrate DM intake (g/day and % BW) was higher in animals fed pulp diet in relation to control (3% of EE in DM) and oil, however it was not enough to influence total DM or nutrients. The dietary intake with 6% of EE in MS using avocado oil, did not influence the consumer and neither the fermentation parameters. The dietary intake with 14% of EE in MS using avocado pulp, caused a reduction: the intake of forage proportional to concentrate (forage: concentrate ratio), the concentration of N-NH₃ below the limit needed to maximize the fermentative activity of carbohydrates that can compromise microbial growth and the concentration of butyric acid at two and eight hours after eating, this is a result of reduction of substrate for bacteria that degrade fiber and are responsible for the production of this acid. Supplementation of the diet of goats with levels greater than 6% EE produces undesirable effects on rumen fermentation.

Key Words: ammonia, acid acetic, acid butyric, acid propionic, lipids, pH, volatile fatty acids.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a diversidade de alimentos não convencionais disponíveis com alto teor de lipídeos, bem como seus coprodutos, vem despertando o interesse de produtores e pesquisadores em utilizá-los na alimentação animal, como forma de melhorar a qualidade nutracêutica dos produtos gerados, em especial o leite de pequenos ruminantes, como as cabras (FERREIRA et al., 2009; MAIA et al., 2010; QUEIROGA et al., 2010; SILVA et al., 2012), cuja produção é concentrada em pequenas propriedades com mão de obra familiar, que rotineiramente exploram o hábito alimentar inquisidor das cabras fornecendo resto de culturas, frutas e tubérculos para complementar a alimentação.

Diante desta perspectiva, um dos alimentos que desponta como foco de estudo é o abacate (*Persea americana* Mill.), fruto com alta produção regional e elevado teor de lipídeos, que de acordo com o IBGE (2012) apresentou produção nacional foi de 159.903 t, da qual o Estado de São Paulo é responsável por 52%. O abacate é uma fruta que se caracteriza pela elevada quantidade de lipídeos em sua composição, sendo, conhecida como uma fruta de alto valor energético, apresentando elevados teores de gorduras monoinsaturadas, principalmente o ácido oléico, que pode atingir valores até 50,30% (MASSAFERA et al., 2010; ARIZA et al., 2011). O conteúdo de gordura depende da variedade, época de colheita e maturação do fruto (TANGO et al., 2004). Outra característica importante do abacate é que o período de safra ocorre no segundo semestre do ano, que coincide com a época natural de parição das cabras e safra de produção de leite.

Alimentos com elevado teor de óleo em sua composição como o abacate, mamona (*Ricinus communis* L.), dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) e licuri (*Syagrus coronata*) podem produzir efeitos indesejáveis na fermentação ruminal quando fornecidos em grandes quantidades na dieta de ruminantes. De acordo com HOMEM JUNIOR et al. (2010), a modificação dos parâmetros fermentativos do rúmen pela adição de lipídios na dieta depende tanto da fonte como da porcentagem de sua adição.

A maioria dos trabalhos confirma que o uso de lipídios exerce pouco ou nenhum

efeito sobre as atividades microbianas e as demais características do ambiente ruminal, desde que não ultrapasse o valor de 7% da MS total da dieta (MAIA et al., 2006b). Além disso, os ácidos graxos poliinsaturados, principais componentes dos óleos vegetais, e não esterificados são inibidores mais potentes do consumo de matéria seca (MS) que os monoinsaturados e os esterificados respectivamente (MAIA et al., 2006a).

Segundo VARGAS et al. (2002), LANA et al. (2007) e COSTA et al. (2009), a adição de lipídios insaturados em dietas aumenta a concentração energética, além de proporcionar outros efeitos desejáveis, como inibição da produção de metano, redução de N-NH₃ no rúmen e aumento na eficiência de síntese microbiana. Por outro lado, quando utilizados em quantidades excessivas (acima de 7%) podem ocorrer efeitos indesejáveis, como redução na digestibilidade da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO), da celulose e redução na relação acetato: propionato.

Provavelmente o principal efeito negativo é a diminuição no consumo de MS, relacionado ao não atendimento das exigências dos animais (SILVA et al., 2007b). Dessa forma a suplementação lipídica pode comprometer a ingestão de alimentos por reduzir a ingestão da fibra e a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal, como resultado do efeito negativo da presença da gordura no ambiente ruminal sobre o crescimento microbiano, sobretudo dos microrganismos celulolíticos (NRC, 2001), sendo os principais mecanismos envolvidos neste processo: o recobrimento físico da fibra, os efeitos tenso-ativos sobre as membranas microbianas e a diminuição na disponibilidade de cátions pela formação de sabões, que pode influenciar o pH ruminal, limitando o crescimento bacteriano (SILVA et al., 2007a).

Consequência importante da adição de lipídios na dieta é a redução na concentração de N-NH₃ ruminal, provocada pela redução da população dos protozoários e de bactérias desaminadoras (LANA et al., 2007). SILVA et al. (2007b) sugerem níveis de concentração de amônia de 10 e 20 mg/dL para maximização da digestão ruminal da MS e do consumo respectivamente e LANA et al. (2007) sugerem o valor de pH 6,1 como nível mínimo para o bom funcionamento do ambiente ruminal.

Em relação aos ácidos graxos voláteis (AGV), a adição de lipídios insaturados estimulam as bactérias ruminais produtoras de propionato, causando, decréscimo na

relação acetato: propionato e, conseqüentemente, o suprimento de ácido acético, precursor direto de 50% da gordura do leite (SANTOS et al., 2001; LANA et al., 2007).

Dietas com alta proporção de volumoso resultam em maior razão acetato: propionato, com valores próximos de 4,5, enquanto dietas com maiores quantidades de concentrado, a razão pode ser de 1,7 a 1,3 (HOMEM JUNIOR et al., 2010). A produção de ácidos graxos voláteis, também chamados de cadeia curta, não é afetada significativamente enquanto a digestibilidade da fibra não for afetada pela adição lipídica (MARTÍNEZ-MARÍN et al., 2011).

Para avaliar os efeitos na fermentação ruminal LANA et al. (2007), suplementaram na dieta de cabras, óleo de soja em níveis de 0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5% da MS na dieta e não observaram influência no consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), concentrações de AGV e N-NH₃ ruminais, pH e atividade específica de produção de amônia (AEPA) pela microbiota ruminal. Resultados semelhantes aos de SILVA et al. (2007b), que quando suplementaram a dieta de cabras com 4,5% de óleo de soja na MS da dieta não constataram diferença no consumo de MS, fibra, CNF, nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida (EL), porém verificaram aumento no consumo de extrato etéreo (EE), como era esperado. Os níveis de pH e N-NH₃ para essas cabras foram maiores ao mínimo necessário para a fermentação ruminal.

Segundo COSTA et al. (2009) é relevante conhecer os nutrientes ou misturas alimentares que possuem fatores que possam interferir no processo fermentativo ruminal, devendo ser utilizados com cautela ou restrição, para não afetar o metabolismo do rúmen, o que proporciona efeito depreciativo ao organismo do animal.

Inexiste na literatura o uso de um alimento considerado, fonte natural de óleo vegetal como o abacate, na alimentação de ruminantes, que pode ser produzido com certa facilidade e a baixo custo em pequenos criatórios, como também a avaliação dessas fontes naturais em concentrações maiores na dieta visando à melhoria no perfil de ácidos graxos do leite produzido.

Dessa forma o objetivo do trabalho foi avaliar a suplementação do abacate na sua forma natural e do óleo comercial na dieta de cabras Saanen sobre o consumo a

produção e composição de ácidos graxos voláteis do líquido ruminal, avaliar o pH e concentração de amônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos meses de março a junho de 2014, na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, no setor de Caprinocultura da Fazenda Experimental Lageado.

Foram utilizadas cabras da raça Saanen não gestantes, não lactantes e providas de cânula ruminal, pesando em média $66,6 \pm 4,6$ kg, tratadas com anti-helmíntico antes do experimento. As cabras foram mantidas em galpão coberto, alojadas individualmente em baias de $3,5 \text{ m}^2$, com piso de madeira ripada, providas de bebedouro, saleiro e cocho individuais.

O experimento foi conduzido no delineamento em quadrado latino, com a utilização de dois quadrados 3×3 balanceados. Os tratamentos consistiram de três dietas e períodos experimentais com 14 dias de duração, sendo nove para adaptação e ajuste do consumo voluntário das dietas e cinco dias de coleta de dados.

As dietas foram ajustadas para atender às necessidades de cabras com 60 kg de peso vivo segundo o NRC (2007). Para todas as dietas foi fornecido 2 kg/dia de capim-tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã) como alimento volumoso. As dietas experimentais diferiam em relação à composição do concentrado (Tabela 1) no que se refere à fonte e teor de lipídeos como segue: Controle, com 2% de extrato etéreo (EE), Polpa de abacate com 14% EE e Óleo de abacate com 6% EE na MS.

A polpa de abacate utilizado foi da variedade Geada e o óleo de abacate da marca comercial Hass.

O fornecimento das dietas experimentais foi realizado duas vezes ao dia (às 8h:00 e às 16h:00), sendo a polpa e o óleo misturados com o restante do concentrado de acordo com o tratamento imediatamente antes do fornecimento aos animais e oferecido 500 g/dia com base na matéria seca. Para garantir o consumo de EE do tratamento com polpa, metade do oferecido de manhã e de tarde era colocado diretamente no rúmen da cabra.

Tabela 1 – Ingredientes e composição nutricional do concentrado e dietas experimentais (% MS)

Ingredientes (%)	Concentrado		
	Controle	Polpa	Óleo
Farelo de soja	10,00	14,76	11,24
Milho triturado	56,00	38,24	18,26
Trigo	30,00	-	53,37
Calcário	1,00	1,07	1,41
Fosfato bicálcico	1,00	1,07	1,41
Sal mineral ¹	2,00	2,31	2,81
Polpa de abacate ²	-	37,71	-
Óleo de abacate ³	-	-	11,50
Composição bromatológica expressa em % MS			
Nutrientes			
Matéria mineral	6,65	7,10	9,32
Proteína bruta	18,11	18,36	19,39
Extrato etéreo	4,47	22,28	13,79
Fibra bruta	5,79	5,45	10,59
Nutrientes digestíveis totais	75,82	89,44	78,87
Fibra em detergente neutro	19,69	23,89	25,05
Fibra em detergente ácido	5,67	9,59	7,47
Composição bromatológica das dietas % MS ⁴			
Matéria mineral	8,63	8,60	9,78
Proteína bruta	14,73	16,93	15,45
Extrato etéreo	2,06	14,63	6,37
Fibra bruta	27,09	17,70	28,04
Nutrientes digestíveis totais	61,92	73,62	64,05
Fibra em detergente neutro	48,49	36,86	54,13
Fibra em detergente ácido	26,15	20,97	28,83

¹ Composição suplemento mineral (quantidade/quilo do produto): Ca 150 g, P 80 g, Na 110 g, S 40 g, Zn 2.700 mg, Cu 300 mg, Mn 810 mg, I 62 mg, Co 64 mg, Se mg. ² A variedade usada foi Geada, ³ A variedade usada foi Hass. ⁴ Baseado na composição nutricional dos concentrados, composição química do Capim-Tobiatã (Tabela 2) e consumo de MS (Tabela 4).

Tabela 2 - Composição bromatológica (% MS) da forragem e da polpa de abacate utilizados na alimentação das cabras

Nutrientes	Capim-tobiatã	Abacate variedade Geada
Matéria mineral	9,11	3,85
Proteína bruta	13,73	8,03
Extrato etéreo	1,42	43,01
Fibra bruta	32,24	10,28
Nutrientes digestíveis totais	58,60	115,58
Fibra em detergente neutro	69,60	38,12
Fibra em detergente ácido	33,64	26,86

Antes de sua utilização o abacate era armazenado a temperatura ambiente até seu amadurecimento, constatado pelo amaciamento da polpa por apalpação, nesse ponto o abacate era lavado com água e sabão, retirada sua polpa, acondicionado em sacos plásticos na quantidade de 0,5 kg e congelado em freezer, segundo a metodologia de SIMON (2008). A quantidade requerida para a suplementação era retirada do freezer um dia antes para seu descongelamento.

No início de cada período experimental era feita uma adaptação para a nova ração concentrada, sendo que no primeiro e segundo dia se fornecia 70% da dieta antiga, no terceiro e quarto dia 30% da dieta antiga e a partir do quinto dia 100% da nova dieta.

A forragem foi colhida pelo método de simulação de pastejo (coleta manual da forragem, após prévia observação do hábito de pastejo dos animais) de acordo com Sollenberger & Cherney (1995), dentro da área de pastejo do capril, a qual tem 11 piquetes de 500 m², com capim-tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã). Foram coletadas amostras de 300 g do capim os últimos cinco dias de cada período e misturadas para ter uma amostra composta.

O capim foi fornecido em cochos separado do concentrado. Nos últimos cinco dias de cada período, antes das refeições, as sobras foram pesadas para determinação do consumo.

Todas as amostras de capim, concentrado e sobras foram congeladas em freezer até sua análise no laboratório, onde foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE) de acordo com a metodologia da A.O.A.C. International (Cuniff, 1995), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com a metodologia de VAN SOEST et al. (1991) e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) utilizando a equação de KEARL (1982): $NDT = 40.2625 + 0.1969 \%PB + 0.4228 \%ENN + 1.1903 \%EE - 0.1379 \%FB$, onde PB: Proteína bruta, ENN: Extrato não nitrogenado, EE: Extrato etéreo, FB: Fibra bruta. A determinação de ENN foi feita pela fórmula: $ENN (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%FB + \%MM)$ segundo BUDIÑO et al. (2009).

As análises dos alimentos foram feitas no laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição e Melhoramento Animal da FMVZ-UNESP, enquanto as

análises de ácidos graxos dos alimentos no Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal, do Departamento de Zootecnia da ESALQ-USP e as análises do N-NH₃ e AGV no Laboratório de Nutrição Animal, do Departamento de Zootecnia da FCAV-UNESP.

A determinação dos ácidos graxos nos alimentos fornecidos nas cabras foi feito pela metodologia de cromatografia gasosa. Inicialmente foi feita a extração dos lipídios dos alimentos (moídos) por uma mistura de solvente orgânico hexano:isopropanol (3:2), conforme metodologia descrita por HARA & RADIM (1978), e a fração lipídica foi esterificada com solução básica de metóxido de sódio, segundo CHRISTIE (1982). Uma vez esterificada a amostra foi injetada no cromatógrafo e a identificação dos ácidos graxos foi realizada por meio do software Chromquest 4.1 (Thermo Electron, Italy), sendo os resultados dos ácidos graxos expressos em percentual de área (Tabela 3).

Tabela 3 - Perfil dos ácidos graxos do capim, dos concentrados e dos suplementos fornecidos (g/100g de gordura) no experimento

Ácidos graxos	Capim	Concentrado controle	Concentrado sem polpa	Polpa	Concentrado sem óleo	Óleo
Saturados						
C16:0	30,29	16,372	16,053	22,646	18,739	23,706
C18:0	2,619	1,932	2,713	1,192	1,746	0,494
C18:1n c9	3,262	23,205	25,488	36,618	19,815	35,288
C18:1n c11	0,483	1,947	1,477	4,447	1,358	6,978
Outros C18:1	0,607	1,526	1,469	3,332	1,202	4,536
C18:2n 6	17,98	51,15	48,70	14,52	51,99	12,84
C18:3n 3	27,71	1,77	1,98	3,31	2,47	0,37
AGS ¹	40,37	18,91	19,38	26,36	21,17	24,31
AGI ²	55,38	80,57	79,92	68,36	78,02	74,04
AGMI ³	8,94	27,64	29,23	50,48	23,56	60,83
AGPI ⁴	46,44	52,93	50,69	17,88	54,46	13,21
AGMI/AGS ⁵	0,22	1,46	1,51	1,91	1,11	2,50
AGPI/AGS ⁶	1,15	2,80	2,62	0,68	2,57	0,54

¹AGS: Ácidos graxos saturados, ²AGI: Total de ácidos graxos insaturados, ³AGMI: Ácidos graxos monoinsaturados, ⁴AGPI: Ácidos graxos poliinsaturados, ⁵AGMI/AGS: Relação total de ácidos graxos monoinsaturados/total de saturados, ⁶AGPI/AGS: Relação total ácidos graxos poliinsaturados/total de saturados.

Para avaliar os parâmetros ruminais, no ultimo dia de cada período foram retiradas manualmente amostras de liquido ruminal, nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 horas, sendo o inicio às 08h:00 antes do fornecimento da metade das dietas experimentais, e o

final às 16h:00, totalizando cinco coletas. Foram coletados 200 mL de conteúdo ruminal, filtrado em quatro camadas de gaze para separar o líquido da parte sólida e, após colheita das alíquotas da parte líquida, o restante foi devolvido ao rúmen.

Na medição do pH ruminal uma alíquota de líquido ruminal foi colocada em um Becker de 100 mL, e com auxílio de um pHmetro digital de bancada (calibrado previamente em soluções tampões de pH 4,0 e 7,0) realizaram-se as medições individuais nos diferentes tempos. Para determinar os AGV, alíquotas de líquido ruminal foram colocadas em tubos de 15 mL e centrifugadas a 3000 rpm por 15 minutos. Do sobrenadante, dois mL foram transferidos para tubos de ensaio, tipo vacutainer, de cinco mL que continham 0,4 mL de ácido fórmico P.A. e armazenadas no freezer até sua análise laboratorial.

Para avaliar a produção de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) o mesmo procedimento foi adotado, porém com utilização de um mL de ácido sulfúrico 1N para conservação, e também armazenadas no freezer até análise laboratorial. A determinação do N-NH_3 , foi realizada conforme a técnica de FENNER (1965), na qual dois mL do líquido ruminal são destilados em cinco mL de KOH 2N, esse destilado é coletado em 10 mL de ácido bórico e titulado com HCl 0,005N.

As análises dos ácidos graxos voláteis foram realizadas em cromatógrafo (Marca SHIMADZU, modelo GC-2014) com injetor automático (modelo AOC - 20i), equipado com coluna de vidro com 30m de comprimento; 0,32mm ID; 0,50 μm de filme (HP INNOWax - 19091N), e detector de ionização de chama, mantido a 250°C. A temperatura da coluna foi de 80°C /3min até 240°C (20 graus/min) durante as análises e a temperatura do injetor foi de 200°C. O gás de arraste utilizado foi o nitrogênio, mantido em fluxo de 3,18 mL/min.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG, versão 9.0 (UFV, 2000). Para análise do consumo de alimentos e nutrientes foi usado o Modelo I e para os parâmetros ruminais o Modelo II, que inclui o tempo de coleta como parcela subdividida. Para estudar a influência do tempo de coleta nos parâmetros ruminais, foram testados modelos polinomiais de até terceira ordem, sendo adotado aquele que apresentou análise de variância da regressão (teste F) e todos os coeficientes (teste T) significativos. Os

contrastes de médias para dieta foram feitos pelo teste de Tukey, sendo adotado para ambos os procedimentos o nível de significância de 5%.

Modelo I:

$$Y_{ijkl} = u + Q_i + p_{j(i)} + c_{k(i)} + T_l + T * Q_{li} + e_{ijkl},$$

em que:

Y_{ijkl} = característica observada na cabra k do período j, no tratamento l e quadrado i;

u = média da característica;

Q_i = efeito do quadrado i, sendo i = 1 e 2;

$p_{j(i)}$ = efeito de período j, dentro de quadrado i, sendo j = 1, 2 e 3;

$c_{k(i)}$ = efeito da cabra k, dentro do quadrado i, sendo k = 1, 2 e 3;

T_l = efeito do tratamento l, sendo l = 1, 2 e 3;

$T * Q_{li}$ = efeito da interação entre tratamento l e quadrado i;

e_{ijkl} = erro aleatório referente à observação Y_{ijkl} .

Modelo II:

$$Y_{ijklm} = u + Q_i + p_j + c_{k(i)} + T_l + p * c_{jk(i)} + H_m + T * H_{lm} + e_{ijklm},$$

em que:

Y_{ijklm} = característica observada na hora m, do tratamento l, na cabra k no período j e pertencente ao quadrado i;

u = média da característica;

Q_i = efeito do quadrado i, sendo i = 1 e 2;

p_j = efeito do período j, sendo j = 1, 2 e 3;

$c_{k(i)}$ = efeito da cabra k dentro do quadrado i, sendo k = 1, 2 e 3;

T_l = efeito do tratamento l, sendo l = 1, 2 e 3;

$p * c_{jk(i)}$ = erro (a);

H_m = efeito do tempo de coleta m, sendo m = 0, 2, 4, 6 e 8;

e_{ijklm} = erro (b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de MS de concentrado (em g/dia e %PV) foi maior nos animais que consumiram a dieta com polpa em relação ao controle e óleo (Tabela 4) o que era esperado em função da ingestão forçada desse alimento. Esse maior consumo de concentrado não foi suficiente para influenciar o consumo de MS total das dietas, em virtude de uma redução compensatória no consumo de volumosos nos animais da dieta com polpa, que não apresentou diferença significativa, mas suficiente para não provocar diferença no consumo total.

O consumo semelhante de MS total nas dietas fez com que não houvesse diferença no consumo dos outros nutrientes: PB, MIN, NDT, FDN e FDA, tanto em g/dia como %PV (Tabela 4). Apenas provocou diferença no consumo de EE, como era esperado, ficando as dietas com 2,06; 14,63 e 6,37% de EE na MS nas dietas controle, polpa e óleo respectivamente. Dessa forma o tratamento com polpa ficou com um teor de EE acima do normalmente utilizado na literatura, como SILVA et al. (2007a) que utilizou cabras não gestantes e não lactantes com peso médio 48,66 kg, as quais ao serem suplementadas com 4,5% de óleo de soja apresentaram consumo de EE de 53,10 g/dia e as não suplementadas com 20,77 g/dia. MAIA et al. (2006a) por sua vez usou cabras lactantes com peso de $54 \pm 1,02$ kg, constatou consumo de EE de 49,08 g/dia nas cabras sem suplementação, ate consumos de 163,27; 167,72 e 176,83 g/dia nas cabras com suplementação de óleos de arroz, canola e soja em nível de 5,1% respectivamente.

O consumo médio de MS de 649,30 g/dia ficou abaixo do observado por LANA et al. (2005) de 1.280 a 1.370 g/dia em cabras suplementadas com óleo de soja (5% da MS) mais própolis e só suplementadas com óleo de soja (5% da MS), possivelmente pelo fato de estarem produzindo leite, diferentemente dos animais do presente estudo, que estavam vazias.

Tabela 4 - Consumos médios diários de nutrientes em função das dietas experimentais

Nutrientes ⁽¹⁾	Tratamentos			Média ± EP
	Controle	Polpa	Óleo	
Consumo da Dieta Total				
MS (g/dia)	656,88	697,74	593,27	649,30 ± 33,97
(%PV)	1,02	1,11	0,97	1,02 ± 0,04
PB (g/dia)	96,75	120,09	91,70	102,84 ± 5,81
(%PV)	0,15	0,19	0,15	0,16 ± 0,008
EE (g/dia)	13,51 c	102,31 a	37,81 b	51,20 ± 9,49
(%PV)	0,02 c	0,16 a	0,06 b	0,0813 ± 0,015
MIN (g/dia)	56,72	61,62	58,07	58,80 ± 2,92
(%PV)	0,09	0,09	0,09	0,09 ± 0,004
NDT (g/dia)	406,77	521,29	380,00	436,02 ± 25,96
(%PV)	0,63	0,83	0,60	0,69 ± 0,037
FDN (g/dia)	318,55	267,91	321,09	302, 51± 18,03
(%PV)	0,50	0,42	0,51	0,48 ± 0,026
FDA (g/dia)	171,78	152,39	171,02	165,06 ± 9,73
(%PV)	0,27	0,24	0,27	0,26 ± 0,014
Consumo do Volumoso				
MS (g/dia)	350,29	215,08	331,92	299,10 ± 25,03
MS (%PV)	0,55	0,33	0,53	0,47 ± 0,040
Consumo do Concentrado				
MS (g/dia)	306,59 b	482,67 a	261,36 b	350,20 ± 32,48
MS (%PV)	0,47 b	0,77 a	0,41 b	0,55 ± 0,050
Rel. Vol:Conc ¹	53,33/46,67	30,83/69,17	55,95/44,05	

*Médias seguidas de mesma letra nas linhas não apresentam diferença entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

¹ Relação volumoso:concentrado segundo o consumo

EP: erro-padrão

Uma das razões para explicar o consumo de MS semelhante entre as dietas é que o consumo de energia (NDT) também foi semelhante e que de acordo com MERTENS (1987) o consumo de MS está relacionado ao atendimento das exigências energéticas dos animais, quando o teor de fibra (FDN) não é o fator limitante. Segundo CHILLIARD et al. (2003) e MARTÍNEZ-MARÍN et al. (2012), a suplementação de alimentos ricos em ácidos graxos em pequenos ruminantes pode apresentar diferentes efeitos quando comparados à bovinos na fermentação ruminal. SANZ-SAMPELAYO et al. (2007) notaram que a maior taxa de passagem da digesta em cabras e ovelhas pode

atenuar os efeitos negativos dos ácidos graxos insaturados sobre a digestão ruminal, deixando o trato gastrointestinal livre para o consumo de mais alimentos.

Por outro lado NRC (2001) ressalta que a suplementação lipídica pode comprometer a ingestão de alimentos por diminuir a motilidade ruminal e intestinal, a liberação de hormônios intestinais, redução da digestão da fibra pelo recobrimento físico da fibra e a diminuição da população dos microrganismos celulolíticos. FIORENTINI et al. (2013) acrescentam outros efeitos, como diminuição da ingestão por ação direta sobre os hormônios intestinais, oxidação dos ácidos graxos no fígado e a aceitabilidade das próprias fontes lipídicas.

Para os parâmetros ruminiais avaliados (Tabela 5), todos foram influenciados pelo tempo de coleta. As dietas influenciaram apenas a concentração de amônia (N-NH₃), e a concentração de ácido butírico foi influenciada pela interação dieta*tempo de coleta.

Tabela 5 – Resumo de análise de variância para os parâmetros ruminiais em função das dietas (D), tempo de coleta (TC) e interação D * TC

Característica	Efeito			Média ± EP
	Dieta (D)	Tempo de coleta (TC)	D * TC	
pH	ns	*	ns	6,13 ± 0,34
N-NH ₃ (mg/dL)	*	ns	ns	20,07 ± 6,52
Ac. Graxos totais (mM)	ns	*	ns	61,31 ± 1,84
Ac. Acético (mM)	ns	*	ns	43,54 ± 1,39
Ac. Butírico (mM)	ns	*	*	4,75 ± 0,18
Ac. Propiônico (mM)	ns	*	ns	11,05 ± 0,41
Rel. Acético/ Propiônico	ns	*	ns	4,11 ± 0,11

EP: erro-padrão, ns: não significativo, *P > 0,05.

A concentração de N-NH₃ foi menor na dieta com polpa em relação ao controle e óleo (Tabela 6).

O valor médio obtido neste trabalho de 20,07 mg/dL para a concentração de N-NH₃ é próxima de 22,9 mg/dL obtida por MAIA et al. (2006a) e abaixo de 35,82 mg/dL verificada por SILVA et al. (2007a) em cabras suplementadas com lipídeos. O comportamento do N-NH₃ ao longo dos tempos de coleta é apresentado na Figura 1, em que a dieta com polpa permaneceu, durante todo o período, abaixo das dietas controle e óleo, e estas apresentaram comportamento semelhante. Embora na dieta com polpa a

concentração de N-NH₃ tenha ficado abaixo das demais, o valor estimado de 14,61 mg/dL é superior a 5 mg/dL de nitrogênio na forma de amônia, nível mínimo necessário para que ocorra máxima digestão da MS (NRC, 1996) no rúmen. O valor estimado está em posição intermediária a concentração indicado por LENG (1990) de 10 mg/dL para maximizar a digestão da MS e 20 mg/dL para a maximização do consumo em regiões tropicais.

Tabelas 6 – Médias dos parâmetros ruminiais em função das dietas e equações de regressão em função do tempo de coleta

Tratamento			Tempo de coleta - t (h)	
Controle	Polpa	Óleo		
6,19	6,12	6,38	pH	$\hat{Y} = 6,4694 - 0,1054 * t - 0,0089 t^2$, $R^2 = 90,19\%$, P. Min. = 70,48 (t = 05h:54)
23,84 a	14,61 b	21,78 a	Amônia N-NH ₃ (mg/dL)	na ¹
47,90	48,13	43,91	Acético (mM)	$\hat{Y} = 36,8991 + 4,9282 * t - 0,5549 t^2$, $R^2 = 90,19\%$, P. Max. = 47,84 (t = 04h:26)
11,82	12,35	12,91	Propiônico (mM)	$\hat{Y} = 7,8775 + 2,0616 * t - 0,2157 t^2$, $R^2 = 90,19\%$, P. Max. = 12,80 (t = 04h:28)
4,11	4,15	3,66	Relação acético / propiônico	$\hat{Y} = 4,7326 - 0,3685 * t + 0,0331 t^2$, $R^2 = 90,19\%$, P. Max. = 3,71 (t = 05h:33)
67,84	66,87	63,67	Ácidos graxos de cadeia curta – AGCC (mM)	$\hat{Y} = 52,7085 - 7,8084 * t - 0,85756 t^2$, $R^2 = 90,19\%$, P. Max. = 70,48 (t = 04h:33)
5,60 a	tempo = 2 h 3,65 b	5,29 ab	Butírico (mM)	na ¹
5,64 a	tempo = 8 h 3,35 b	4,24 ab		

*Médias seguidas de mesma letra nas linhas não apresentam diferença entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

¹ na = modelo polinomial de até o terceiro grau não ajustados as observações.

Para DOREAU & FERLAY (1995) a principal razão da diminuição do N-NH₃ ocorre pela defaunação ruminal, principalmente pela redução do número de protozoários e bactérias desaminadoras. Estudos in vitro e in vivo demonstram que os

protozoários são sensíveis aos ácidos graxos insaturados: linolênico (C18:3), linoléico (C18:2) e oléico (C18:1) nessa ordem (FIORENTINI et al., 2013).

A redução ou eliminação de protozoários pode estar relacionada à melhoria da eficiência microbiana, ao evitar o consumo das bactérias pelos protozoários. Como os protozoários fagocitam as partículas de amido, esta redução estaria associada com uma possível redução da concentração de amônia no rúmen e um pH menor e mais variável, assim a fermentação de carboidratos diminui e mantém a estabilidade do pH (FIORENTINI et al., 2013). Ao diminuir a concentração de protozoários também ocorre uma diminuição da concentração de amônia no rúmen, em decorrência da redução da atividade predatória e proteolítica dos protozoários (DOREAU & FERLAY, 1995).

Pode ser dessa forma a suplementação da dieta de cabras com 14% de EE suplementadas por meio da polpa de abacate levaria a menor produção de N-NH₃, restringindo o crescimento dos microrganismos ruminais por falta de substrato e ou pelo efeito toxico direto dos lipídeos sobre os protozoários, como também poderia proporcionar o recobrimento das partículas alimentares, dificultando a fermentação (PALMQUIST & MATTOS, 2006).

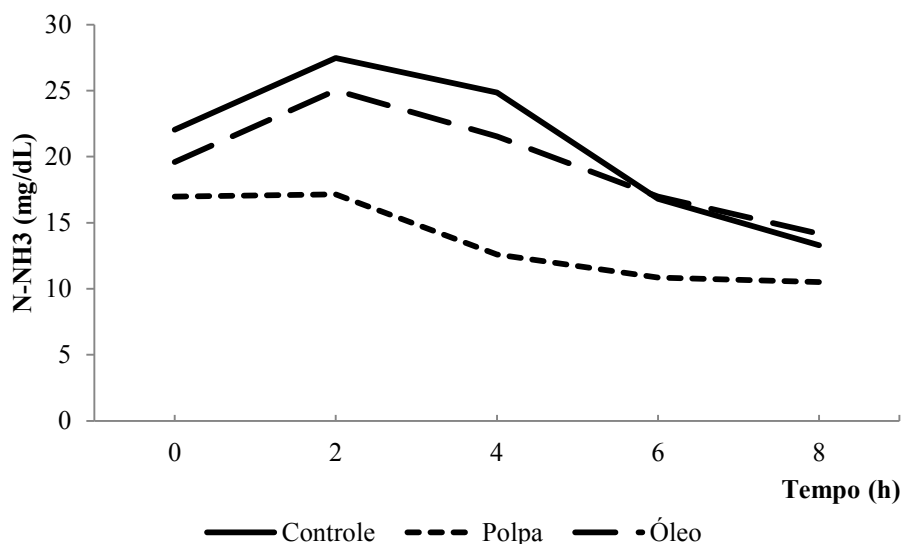


Figura 1 – Concentração de N-NH₃ no rúmen por dieta em função dos tempos de coleta.

O pH ruminal não foi influenciado pelas dietas, seu comportamento ao longo dos tempos de coleta é apresentado na Figura 2. Antes do fornecimento da primeira refeição

o valor do pH estava em 6,47, pouco abaixo da neutralidade, e partir daí começou a declinar atingindo seu mínimo de 6,16 após 5 horas e 54 minutos, voltando a subir em direção a ultima medida que ocorreu as 8 horas após a primeira refeição.

A queda inicial no pH deve-se a ingestão dos alimentos que foram disponibilizados logo após a primeira medição, pois segundo PAZIANI (2004) o valor do pH ruminal é uma variável relacionada ao comportamento ingestivo do animal e que depende do tempo de mastigação, salivacão, da frequência de ingestão e ruminação. A redução do pH após a refeição pode ser atribuída ao pico de fermentação ruminal e produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) cujo pico de produção alcançou o valor de 70,48 mg/dL com 04h:33 após a primeira refeição. Essa máxima produção ácida fez com que o valor do pH atingisse seu mínimo valor, estando as curvas de pH e AGCC com formas contrárias (Figuras 2 e 3). Esses resultados concordantes com LANA et al. (1998) que relataram que o valor do pH ruminal é negativamente correlacionado com a concentração de AGCC e positivamente correlacionado com a relação acetato:propionato, como constatado no presente estudo (Figura 5). O aumento no valor do pH após atingir seu valor mínimo, pode ser explicado pelo poder tamponante da saliva que neutraliza os efeitos ácidos e ou redução na produção de AGCC (CHURCH, 1993).

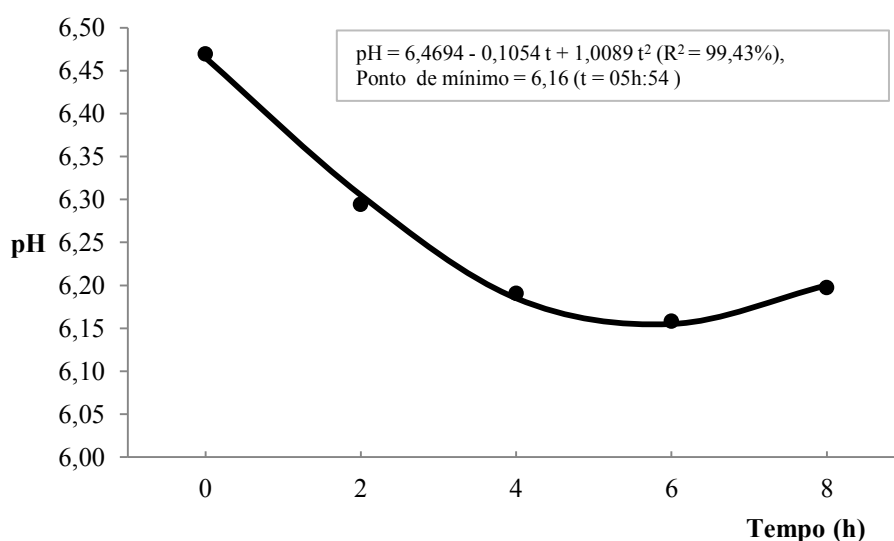


Figura 2 - Valores de pH ruminal em função dos tempos de coleta (horas).

Durante os tempos de coleta o valor observado do pH sempre esteve acima de 6,16, considerado adequado, uma vez que segundo HOOVER (1986) uma queda moderada de pH para aproximadamente 6,00 promove uma pequena depressão na fermentação da fibra, mas a população de bactérias celulolíticas ainda não é alterada, porém, decréscimo do pH para valores iguais ou inferiores a 5,5 resulta em queda de tal população e a digestão da fibra é altamente comprometida, podendo ser completamente inibida. Para NAGARAJA & TITGEMEYER (2007) quando os substratos disponíveis não estão em excesso e a taxa de absorção dos AGCC acompanha sua taxa de produção, a fermentação ruminal é estável, apresenta pH superior a 5,5 e geralmente varia entre 5,8 a 6,5 durante um período de 24 horas.

A concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) também não foi influenciada pelas dietas e seu comportamento ao longo dos tempos de coleta é apresentado na Figura 3. Seu comportamento foi inverso ao do pH, atingindo seu valor máximo de 70,48 mg/dL as 04h:33 após o fornecimento da primeira refeição. Dessa forma constata-se um período de defasagem de 1 hora e 20 minutos de intervalo para que o reflexo do pico de AGCC produza o efeito no valor mínimo no pH.

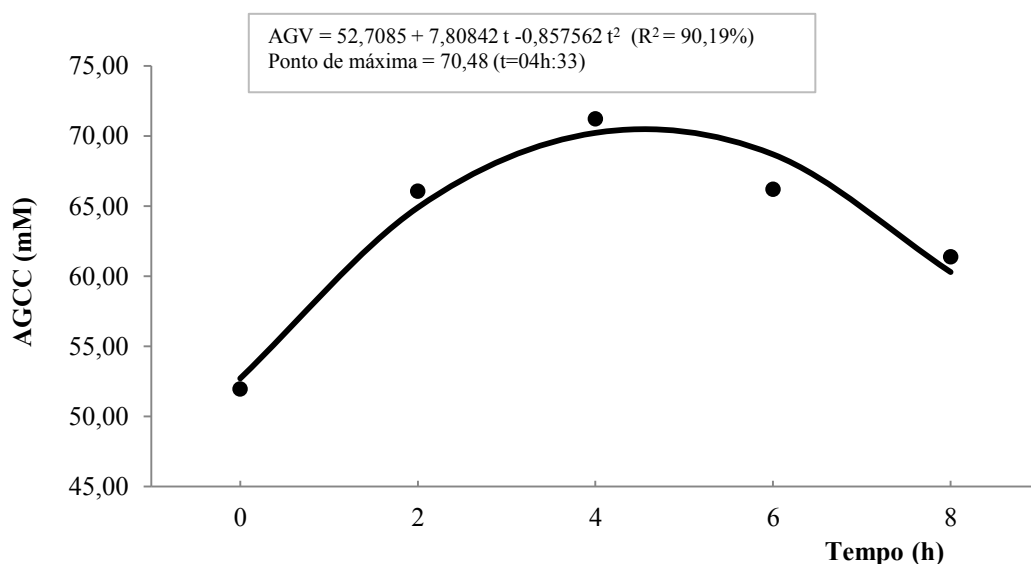


Figura 3 - Concentração ruminal de ácido graxos de cadeia curta (AGCC) em função dos tempos de coleta (horas).

A forma da curva de crescimento dos AGCC em função do tempo é reflexo da curva dos ácidos acéticos, propiônico que apresentaram o mesmo modelo de crescimento e também do ácido butírico, que embora não tenha apresentado ajustamento para os tempos de coleta, apresentou crescimento semelhante (Figura 4).

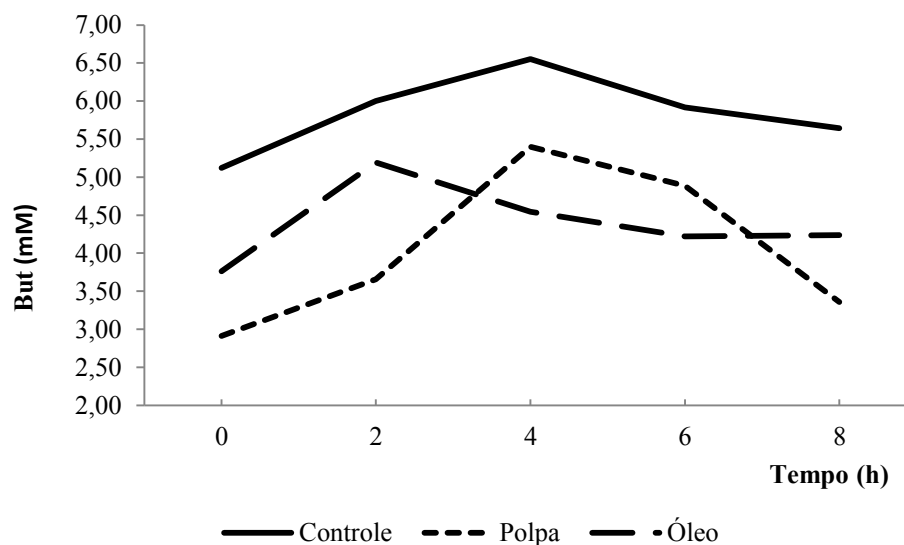


Figura 4 – Concentração de ácido butírico (But) no rúmen por dieta em função dos tempos de coleta.

Para o ácido butírico, foi constatado que a dieta com polpa apresentou menor concentração que o controle nos tempos de coleta 2 e 8 horas, nas demais horas não foram observadas diferenças entre tratamento. Resultados semelhante ao obtido por LANA et al. (2007), que encontrou concentração de 5,05 mM de ácido butírico para cabras com dietas sem adição de lipídios e 2,95 mM para cabras suplementadas com 7,5% de óleo de soja na dieta. Segundo MARTINELE et al. (2008) a redução na proporção molar de ácido butírico deve-se também a defaunação do rúmen, processo semelhante à diminuição do N-NH₃, como observado no presente estudo.

Outra explicação é que as principais espécies de bactérias produtoras de butirato, em especial a *Butyrivibrio fibrisolvens* que degradam fibra, tiveram seu substrato diminuído em função do menor consumo proporcional de volumoso em relação ao concentrado na dieta com polpa (Tabela 4). Quando o pH se aproxima do valor 6,00, é outro fator que pode reduzir a produção de butirato pela sensibilidade dessas bactérias à

condições ácidas do rúmen, que cessam ou diminuem seu crescimento (KOZLOSKI, 2011).

Segundo ABUBAKR et al. (2013) os protozoários ruminais produzem ácido butírico ao final da fermentação de carboidratos.

A relação Ac/Prop (Figura 5) após a refeição da manhã, apresentou redução até atingir seu mínimo valor em 5 horas e 33 minutos, tendência muito semelhante ao apresentado pelo pH (Figura 2). Quando do oferecimento da dieta, as cabras tinham preferência em consumir a ração concentrada, que favoreceu a redução do pH e a atividade das bactérias fermentadoras de amido, que elevou a produção de AGCC, em especial a de ácido propiônico, que reduziu a relação Ac/Prop. Para VALADARES FILHO & PINA (2006) o consumo de concentrado, reduz o pH ruminal que exerce seleção nos micro-organismos sensíveis, reduzindo as bactérias fermentadoras de carboidratos estruturais e aumentando as de carboidratos não fibrosos, aumentando a atividade da amilase em relação a celulase. RUSSELL & WALLACE (1997) constataram que a maior produção de ácido propiônico foi devido a provável diminuição das bactérias Gram-positivas e incremento na população das bactérias Gram-negativas, as quais são produtoras de ácido propiônico.

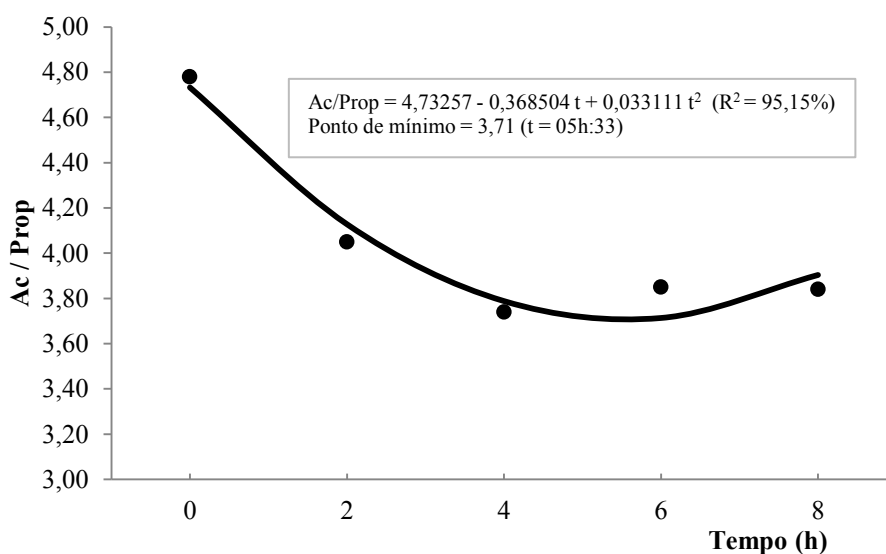


Figura 5 – Relação entre ácido acético / propiônico em função dos tempos de coleta.

Um efeito desejável é reportado na literatura com o aumento na proporção de propionato é a menor perda por metano nas dietas que promovem defaunação (MARTINELE et al., 2008).

CONCLUSÃO

A inclusão de 6% de EE na matéria seca em dieta de cabras, por meio do óleo comercial de abacate, não influencia o consumo e nem os parâmetros ruminais.

A ingestão de dieta com 14% de EE na matéria seca, por meio da polpa de abacate, provoca nas cabras redução: na ingestão de volumoso proporcional ao concentrado (relação volumoso: concentrado), na concentração de N-NH₃ abaixo do limite necessário para a maximização da atividade fermentativa dos carboidratos e na concentração de ácido butírico com duas e oito horas após a refeição, em função da diminuição de substrato para as bactérias que degradam fibra e são responsáveis pela produção desse ácido. A suplementação da dieta de cabras com níveis maiores que 6% produz efeitos indesejáveis na fermentação ruminal.

COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

O protocolo foi aprovado pelo comitê de ética no uso de animais FMVZ-UNESP, com o nº 31/2012-CEUA.

REFERÊNCIAS

ABUBAKR, A.R. et al. Digestibility, rumen protozoa, and ruminal fermentation in goats receiving dietary palm oil by-products. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v.12, n.2, p.147-154, 2013. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X12000380>>. Acesso em: 25 mar. 2015. doi: 10.1016/j.jssas.2012.11.002.

ARIZA, O.J.A. et al. Efecto de diferentes métodos de extracción sobre el perfil de ácidos grasos en el aceite de aguacate (*Persea americana* Mill. var. Hass). **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v.2, n.2, p.263-276, 2011. Disponível em: <http://www.rvcta.org/Publicaciones/Vol2Num2/ArchivosV2N2/Ariza-Ortega_et_al._RVCTA-V2N2.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2015.

BRANCO, R.H. et al. Efeito dos níveis de fibra em detergente neutro oriunda da forragem sobre a eficiência microbiana e os parâmetros digestivos em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.372-381, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n2/21.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2015. doi: 10.1590/S1516-35982010000200021.

BUDIÑO, F.E.L. et al. Energia digestível e digestibilidade aparente da proteína bruta e matéria seca do feno de plantas aquáticas para suínos em fase de crescimento. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.3, p.802-807, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/viewArticle/4493>>. Acesso em: 11 ago. 2014.

CHILLIARD, Y. et al. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.5, p.1751-1770, 2003. Disponível em: <[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(03\)73761-8/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(03)73761-8/pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2015. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73761-8.

COSTA, R.G. et al. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, supl. esp., p.307-321, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38nspe/v38nspea31.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2015. doi: 10.1590/S1516-35982009001300031.

CHRISTIE, W.W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolípids and cholesteryl esters. **Journal of Lipid Research**, v.23, p.1072-1075, 1982. Disponível em: <<http://www.jlr.org/content/23/7/1072.full.pdf+html>>. Acesso em: 19 set. 2014.

CHURCH, D.C. **The ruminant animal**. Digestive physiology and nutrition. Long Grove: Waveland Press, 1993. 564p.

Cunniff, P. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16. ed.

Arlington: AOAC International, 1995. v.1.

DOREAU, M.; FERLAY, A. Effect of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen: a review. **Livestock Production Science**, v.43, n.2, p.97-110, 1995. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030162269500041I>>. Acesso em: 31 mar. 2015. doi: 10.1016/0301-6226(95)00041-I.

FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science**, v.48, n.2, p.249-251, 1965. Disponível em: <[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(65\)88206-6/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(65)88206-6/pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2015. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(65)88206-6.

FERREIRA, M.A. et al. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, supl. esp., p.322-329, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38nspe/v38nspea32.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2014. doi: 10.1590/S1516-35982009001300032.

FIORENTINI, G. et al. Digestibility, fermentation and rumen microbiota of crossbred heifers fed diets with different soybean oil availabilities in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.181, n.1-4, p.26-34, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840113000333>>. Acesso em: 31 mar. 2015. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2013.01.011.

HARA, A.; RADIN, N.S. Lipid extraction of tissues with low-toxicity solvent. **Analitical Biochemistry**, v.90, n.1, p. 420-426, 1978. Disponível em: <<http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/22520/0000064.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 23 mai. 2014. doi: 10.1016/0003-2697(78)90046-5.

HOMEM JUNIOR, A.C. et al. Fermentação ruminal de ovinos alimentados com alto concentrado e grãos de girassol ou gordura protegida. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.144-153, 2010. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0102-09352010000100020&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 23 nov. 2014. doi: 10.1590/S0102-09352010000100020.

HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, n.69, n.10, p.2755-2766, 1986. Disponível em: <[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(86\)80724-X/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(86)80724-X/pdf)>. Acesso em: 19 mai. 2015. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(86)80724-X.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2012**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2012/default_perm_ods.shtm>. Acesso em: 18 mar. 2014.

KEARL, L.C. **Nutrients requirements of ruminants in developing countries**. Logan: Utah State University/International Feedstuffs Institute, 1982. 381p.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3 ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 214p.

LANA, R.P. et al. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. **Journal of Animal Science**, v.76, n.8, p.2190-2196, 1998. Disponível em: <<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/pdfs/76/8/2190>>. Acesso em: 20 mai. 2015. doi: /1998.7682190x.

LANA, R.P. et al. Óleo de soja e própolis na alimentação de cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.650-658, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S1516-35982005000200035&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 05 ago. 2014. doi: 10.1590/S1516-35982005000200035.

LANA, R.P. et al. Óleo de soja e própolis na alimentação de cabras leiteiras: consumo de matéria seca e de nutrientes e parâmetros de fermentação ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.191-197, 2007. Disponível em: <<http://www.revista.sbz.org.br/artigos/download.php?file=5115.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2015. doi: 10.1590/S1516-35982007000100023.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, v.3, n.1, p.277-303, 1990. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=591392&fileId=S0954422490000178>>. Acesso em: 27 mai. 2015. doi: 10.1079/NRR19900016.

MAIA, F.J. et al. 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, 2006a. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n4/32.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2014. doi: 10.1590/S1516-35982006000500032.

MAIA, F.J. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1504-1513, 2006b. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n4/33.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2015. doi: 10.1590/S1516-35982006000500033.

MAIA, M.O. et al. Consumo, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos de cabras mestiças moxotó suplementadas com óleos de licuri ou mamona. **Ciência Rural**, v.40, n.1, p.149-155, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n1/a446cr1492.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2015. doi: 10.1590/S0103-84782010000100024.

MARTINELE, I. et al. Efeito da monensina e do óleo de soja sobre os protozoários ciliados do rúmen e correlação dos protozoários com parâmetros da fermentação ruminal e digestivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1129-1136, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n6/v37n6a25.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2015. doi: 10.1590/S1516-35982008000600025.

MARTÍNEZ-MARÍN, A.L. et al. Efecto de las fuentes de grasa sobre la digestión de la fibra en los rumiantes. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v.12, n.7, p.1-22, 2011. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070711/071103.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

MARTÍNEZ-MARÍN, A.L. et al. Adición de aceites vegetales a la dieta de cabras

lecheras: efecto sobre la digestibilidad y los resultados productivos. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v.44, n.1, p.21-28, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.cl/pdf/amv/v44n1/art04.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2015. doi: 10.4067/S0301-732X2012000100004.

MASSAFERA, G.L. et al. Composição de ácidos graxos do óleo do mesocarpo e da semente de cultivares de abacate (*Persea americana*, Mill.) da região de Ribeirão Preto, SP. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v.21, n.2, p.325-331, 2010. Disponível em: <<http://200.145.71.150/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/940/a20v21n2.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

MEHREZ, A.Z. et al. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=840648&fileId=S0007114577000567>>. Acesso em: 20 mai. 2015. doi: 10.1079/BJN19770108.

MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987. Disponível em: <<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/pdfs/64/5/JAN064005154>>. Acesso em: 20 mai. 2015. doi: 10.2134/jas1987.6451548x.

MORETTI, M.H. et al. Suplementação protéica energética no desempenho de novilhas em pastejo durante a fase de terminação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.3, p.606-612, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n3/24.pdf>>. Acesso em: 24 mai. 2015. doi: 10.1590/S1413-70542011000300024.

NAGARAJA, T.G.; TITGEMEYER, E.C. Ruminal acidosis in beef cattle: The current microbiological and nutritional outlook. **Journal of Dairy Science**, v.90 (E. suppl.): E17-E38, 2007. Disponível em: <[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(07\)72058-1/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(07)72058-1/pdf)>. Acesso em: 23 mai. 2015. doi: 10.3168/jds.2006-478.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1996. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001, 387p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washintgton, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

OTARU, S.M. et al. Effects of varying the level of palm oil on feed intake, milk yield and composition and postpartum weight changes of Red Sokoto goats. **Small Ruminant Research**, v.96, n.1, p.25-35, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448810003056>>. Acesso em: 15 mar. 2015. doi: 10.1016/j.smallrumres.2010.11.004.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.287-309.

PAZIANI, S.F. **Controle de perdas na ensilagem, desempenho e digestão de nutrientes em bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de capim tanzânia**. 2004. 208 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2004.

QUEIROGA, R.C.R.E. et al. 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, 2010. Disponível em: <<http://www.revista.sbz.org.br/artigos/download.php?file=8219.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2015. doi: 10.1590/S1516-35982010000100027.

RUSSELL, J.B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561. 1992. Disponível em: <<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/pdfs/70/11/3551>>. Acesso em: 23 mai. 2015. doi: /1992.70113551x.

RUSSELL, J.B.; WALLACE, R.J. Energy yielding and energy consuming reactions. In: ROBSON, P.N.; STEWART, C. S. (Ed.) **The rumen microbial ecosystem**. 2th.ed.

London: Blackie Academic & Professional, 1997. p. 246-282.

SANTOS, F.L. et al. Produção e composição do leite de vacas submetidas a dietas contendo diferentes níveis e formas de suplementação de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1376-1380, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n4/6049.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2015. doi: 10.1590/S1516-35982001000500034.

SANZ SAMPELAYO, M.R.S. et al. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v.68, n.1-2, p.42-63, 2007. Disponível em: <[http://www.smallruminantresearch.com/article/S0921-4488\(06\)00258-6/pdf](http://www.smallruminantresearch.com/article/S0921-4488(06)00258-6/pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2015. doi: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.017.

SILVA, M.M.C. et al. Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.246-256, 2007a. Disponível em: <<http://www.revista.sbz.org.br/artigos/download.php?file=6016.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2014. doi: 10.1590/S1516-35982007000100029.

SILVA, M.M.C. et al. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.257-267, 2007b. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36n1/a30v36n1.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2014. doi: 10.1590/S1516-35982007000100030.

SILVA, R.L.N.V. et al. Degradabilidade ruminal e balanço energético em vacas leiteiras a pasto suplementadas com torta de dendê. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.2, p.503-515, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbspa/v13n2/a18v13n2.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2015. doi: 10.1590/S1519-99402012000200018.

SIMON, J.W. **Avaliação microbiológica e sensorial do guacamole conservado pelo frio**. 2008. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-graduação em Energia na Agricultura, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. Disponível em: <http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90662/simon_jw_me_botfca.p>

df?sequence=1>. Acesso em: 11 nov. 2014.

SOLLENBERGER, L.E.; CHERNEY, D.J.R. **Evaluating forage production and quality**. The Science of Grassland Agriculture. Iowa State University Press, 1995, p.97-110.

TANGO, J.S. et al. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p.17-23, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v26n1/a07v26n1>>. Acesso em: 18 mar. 2015. doi: 0.1590/S0100-29452004000100007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG**. Versão 9.0. Viçosa, MG, 2000. 1 CD.

VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação Ruminal. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.151-179.

VAN SOEST, P.J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991. Disponível em: <[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(91\)78551-2/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(91)78551-2/pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2015. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

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

VARGAS, L.H. et al. Adição de lipídios na ração de vacas leiteiras: parâmetros fermentativos ruminais, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.522-529, 2002. Disponível em: <<http://www.revista.sbz.org.br/artigos/download.php?file=3025.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2015. doi: 10.1590/S1516-35982002000200029.

CAPÍTULO 4

IMPLICAÇÕES

Este trabalho foi pioneiro na utilização de óleos vegetais derivados da extração do abacate e de sua polpa, dessa forma, foram grandes as dificuldades enfrentadas para a sua condução. A maior dificuldade enfrentada foi com a utilização da polpa, no que se refere a sua padronização, visto que durante o ano e a utilização no experimento, algumas variedades desapareceram do mercado e foram substituídas por outras, além disso, o estágio de maturação da fruta interfere de maneira acentuada no seu teor de matéria seca e conteúdo de óleo. Mesmo com a tentativa de utilizar os frutos num estágio padrão de amadurecimento, a variação foi grande. Outra dificuldade encontrada é que dependendo da variedade e do estágio de maturação utilizado pode ocorrer recusa de consumo por parte dos animais.

Pelos resultados obtidos fica claro que a suplementação da dieta de cabras com óleo de abacate até o limite de 6% da matéria seca da dieta é suficiente para promover alterações no perfil de ácidos graxos do leite benéficas a saúde humana, sem alterar os parâmetros ruminais.

O custo do óleo de abate no mercado, com certeza, é um fator limitante à sua utilização, porém o fruto pode ser produzido dentro do próprio criatório, uma vez que não são necessárias muitas árvores para a produção de frutos para utilização na alimentação, para produzir a quantidade de 6% de óleo, necessária para conferir os efeitos desejáveis. Seria recomendado que no criatório, as árvores plantadas fossem de pelo menos duas a três variedades com diferentes épocas de maturação para que a produção se tornasse mais constante ao longo do ano.

De nada vale os esforços dos meios de comunicação que divulgam exaustivamente as informações de pesquisas sobre a necessidade de uma alimentação com menos calorias e menor consumo de gorduras saturadas, além da utilização de alimentos nutracêuticos, se a indústria não valorizar de maneira diferenciada o leite produzido com essas características.

Fica como sugestão pesquisas para se determinar os teores adequados de utilização da polpa de abacate, bem como as variedades mais adequadas para alimentação animal, uma vez que diferenças na palatabilidade podem influenciar o consumo.