

**UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ
PROGRAMA DE MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**INCLUSÃO DO PEDÚNCULO DE CAJU COM NÍVEIS CRESCENTES DE
ÓLEO DE SOJA NA DIETA DE CABRAS LEITEIRAS**

NATÁLIA LÍVIA DE OLIVEIRA FONTELES

**SOBRAL - CE
SETEMBRO – 2012**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ
PROGRAMA DE MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**INCLUSÃO DO PEDÚNCULO DE CAJU COM NÍVEIS CRESCENTES DE
ÓLEO DE SOJA NA DIETA DE CABRAS LEITEIRAS**

NATÁLIA LÍVIA DE OLIVEIRA FONTELES

**SOBRAL - CE
SETEMBRO – 2012**

NATÁLIA LÍVIA DE FONTELES

**INCLUSÃO DO PEDÚNCULO DE CAJU COM NÍVEIS CRESCENTES DE
ÓLEO DE SOJA NA DIETA DE CABRAS LEITEIRAS**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado em Zootecnia, da Universidade
Estadual Vale do Acaraú, como requisito
parcial para obtenção do Título de Mestre
em Zootecnia.**

Área de Concentração: Produção Animal

ORIENTADOR:

PROF. DR. MARCO AURÉLIO DELMONDES BOMFIM

**SOBRAL - CE
SETEMBRO – 2012**

NATÁLIA LÍVIA DE OLIVEIRA FONTELES

**INCLUSÃO DO PEDÚNCULO DE CAJU COM NÍVEIS CRESCENTES DE
ÓLEO DE SOJA NA DIETA DE CABRAS LEITEIRAS**

Dissertação defendida e aprovada em: ____ / ____ / ____ pela Comissão
Examinadora:

**Dr. Diego Barcelos Galvani
Embrapa Caprinos e Ovinos**

**Dr^a Karina Maria Olbrich dos Santos
Embrapa Caprinos e Ovinos**

**Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério
Embrapa Caprinos e Ovinos**

**Dr. Marco Aurélio Delmondes Bomfim
Embrapa Caprinos e Ovinos
Presidente**

**SOBRAL - CE
SETEMBRO - 2012**

Responsável: Ivete Costa CRB 3/998F762i

Fonteles, Natália Lívia de Oliveira Inclusão do pedúnculo de caju com níveis crescentes de óleo de soja na dieta de cabras leiteiras / Natália Lívia de Oliveira Fonteles. -- Sobral, 2012. 83 p.

Orientador: Marco Aurélio Delmondes Bonfim Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Vale do Acaraú / Centro de Ciências Agrárias e Biológicas / Mestrado em Zootecnia, 2012.

1. Caprinos – Nutrição Aplicada. 2. Leite de Cabra – Desempenho e Qualidade. 3. Dieta – Valores Nutritivos. I. Bonfim, Marco Aurélio Delmondes. II. Universidade Estadual Vale do Acaraú, Centro de Ciências Agrárias e Biológicas, Mestrado em Zootecnia. III. Título.

CDD 636.085

*Aos meus maravilhosos pais,
Xavier Ferreira Fonteles e Maria das Graças Mendonça de Oliveira,
pelo imenso amor, educação, confiança, incentivo nos estudos e orações.
Ao meu irmão Carlos e sua esposa Lidielma, pelo carinho e apoio mesmo à distância.
Ao Gelyson Dias Uchôa, pelo amor, companheirismo e incentivo.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A DEUS, força maior... Agradeço pela benção da vida, família e amigos!

À Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA, especialmente ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia e seus professores com os quais tive contato e que de alguma forma me auxiliaram na conclusão desse trabalho.

Ao Dr. Marco Aurélio Delmondes Bomfim, pela sua orientação, estando disposto a ajudar sempre que preciso, pelos ensinamentos profissionais, pela confiança e apoio. Muito Obrigada!

Ao Dr. Diego Galvani, pela disponibilidade em ajudar na análise estatística e pela orientação.

Ao Dr. Olivardo Facó, pela sua colaboração e esclarecimento de dúvidas.

A Dra. Karina, pelo apoio na análise sensorial e conhecimentos repassados.

A Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Marcos Cláudio, pela oportunidade que concedeu para realização do mestrado sanduiche e pelos conhecimentos repassados.

À Embrapa Caprinos e Ovinos pelo financiamento do projeto de mestrado, pela disponibilidade de instalações e animais. A todos os funcionários, especialmente, Francisco Lino, Alex, Gonzaga, Carlinhos, Marciano, José Sales (Zeca), Antônio Madeira (Augusto), Edilson, Fábio, Liduína, Márcio, Valdécio, Tabosa, Lidiane, Jorge, Batista, Terezinha, Orlando, Mascote, Osmarilda, João Ricardo, Baiano, Cordeiro, pelo apoio no campo e nas análises laboratoriais.

As minhas amigas de apartamento (Nancy e Mara), pela agradável convivência e pelo apoio em todos os momentos.

A todos os colegas do curso de Pós-Graduação da UVA: Alan, Daniele Pernambuco, Daniele Timbó, Guedes, Helana, Hélio, João Paulo, Jocélia, Juliana Santos, Luísa Elvira, Roberta, pelo companheirismo e pela convivência harmoniosa. Em especial, a Juliana Justino, que está comigo desde a graduação, sempre tão disponível, pelo apoio e carinho.

A Phâmela pelo apoio na análise sensorial.

Aos bolsistas Rafael, Marcos e Keley pelo apoio e ajuda nas atividades.

Ao Rafael (Rafazildo) e a Juliete (Jully Texas) pela agradável convivência, pelo companheirismo, pelas palavras de conforto sempre tão importante.

A Sueli e Lisa pela amizade e disponibilidade com que sempre me ajudaram.

Aos meus amigos Nielyson e Mikael pelo carinho e apoio.

Ao Fernando Henrique, Leandro Oliveira, Rafael Tonucci e Roberto Cláudio (Embrapa Caprinos e Ovinos), pela contribuição no esclarecimento de dúvidas, mostrando sempre disponíveis.

Aos colegas de pós-graduação da UFC: Alessandro, Beatriz e Gil Mário pelo apoio e incentivo mesmo à distância.

À Joice, secretária da Pós-Graduação em Zootecnia da Uva, pela atenção e disponibilidade.

Ao pesquisador Edy, da Embrapa Agroindústria Tropical, pela realização das análises de antioxidante e pela cordialidade.

A toda equipe do laboratório de Nutrição e Crescimento Animal da ESALQ / USP e ao professor Dante Pazzanese, pelo apoio e conhecimentos compartilhados, durante o período de mestrado sanduíche.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

Ser feliz não é ter o céu sem tempestade, caminho sem acidentes,
trabalhos sem fadiga, relacionamentos sem desilusões.

Ser feliz é encontrar na força do perdão, esperança nas batalhas,
segurança no palco do medo.

Ser feliz é reconhecer que vale a pena viver, apesar de todos os desafios,
incompreensões e períodos de crise.

Ser feliz não é ter uma vida perfeita. Mas usar as lágrimas para irrigar a
tolerância. Usar as pedras para refinar a paciência. Usar os obstáculos para
abrir as janelas da inteligência.

(Augusto Cury)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	XI
LISTA DE FIGURAS	XIII
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	XIV
RESUMO GERAL	XVI
GENERAL ABSTRACT.....	XVII
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	18
CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO	20
1. INTRODUÇÃO	21
1.2 PEDÚNCULO DE CAJU.....	21
1.3 ÓLEO NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES.....	24
1.4 METABOLISMO DE LIPÍDEOS NO RÚMEN	26
1.5 IMPORTÂNCIA DE AGREGAÇÃO DO CLA PARA A CAPRINOCULTURA LEITEIRA	29
1.6 CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DO LEITE DE CABRA.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
CAPÍTULO II - CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE DA MATÉRIA SECA E DOS NUTRIENTES E BALANÇO DE NITRÓGENIO DE CABRAS ALIMENTADAS COM PEDÚNCULO DE CAJU E NÍVEIS CRESCENTES DE ÓLEO DE SOJA	38
RESUMO	39
ABSTRACT	40
1. INTRODUÇÃO	41
2. MATERIAL E MÉTODOS	42
2.1 LOCAL E PERÍODO EXPERIMENTAL.....	42
2.2 ANIMAIS, TRATAMENTOS E DIETAS	42
2.3 COLETAS DAS AMOSTRAS E ANÁLISES	43
2.3.1 Sobras e alimentos	44
2.3.2 Fezes e Urina	44
2.3.3 Determinação de fenóis totais, taninos totais e taninos condensados	45
2.4 Delineamento experimental e análise estatística	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4. CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
CAPÍTULO III - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAL, POTENCIAL ANTIOXIDANTE E PERFIL LIPÍDICO DO LEITE DE CABRAS SAANEN ALIMENTADAS COM PEDÚNCULO DE CAJU E NÍVEIS CRESCENTES DE ÓLEO DE SOJA	56
RESUMO	57
ABSTRACT	58
1. INTRODUÇÃO	59
2. MATERIAL E MÉTODOS	60
2.1 LOCAL E PERÍODO EXPERIMENTAL.....	60
2.2 ANIMAIS, TRATAMENTOS E DIETAS	60

2.3 COLETAS DAS AMOSTRAS E ANÁLISES	62
2.3.1 Leite e análises químicas e físicas	62
2.3.2 Determinação do Perfil de Ácidos Graxos	62
2.3.3 Análise Sensorial	63
2.3.4 Determinação da atividade antioxidante total (AAT) pelo método ABTS ⁺	64
2.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
4 CONCLUSÕES	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS	78

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

	Página
Tabela 1 Composição de ácidos graxos no óleo de soja	25

CAPÍTULO II

	Página
Tabela 1 Composição em alimentos e químico-bromatológica das dietas experimentais, expressa em percentual da matéria seca	43
Tabela 2 Consumo de matéria seca e nutrientes (g/dia) de cabras alimentadas com pedúnculo de caju e níveis crescentes de óleo de soja.....	47
Tabela 3 Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes de cabras alimentadas com pedúnculo de caju e níveis crescentes de óleo de soja	49
Tabela 4 Consumo, excreção e balanço de nitrogênio por cabras alimentadas com pedúnculo de caju e níveis crescentes de óleo de soja	50

CAPÍTULO III

	Página
Tabela 1 Composição em alimentos e químico-bromatológica das dietas experimentais, expressa em percentual da matéria seca.....	61
Tabela 2 Produção de leite, leite corrigido para 4% de gordura e constituintes lácteos de cabras alimentadas com dietas contendo pedúnculo de caju e níveis crescente de óleo de soja.....	66
Tabela 3 Perfil de ácidos graxos de cabras alimentadas com pedúnculo de caju e níveis crescentes de óleo de soja.....	69
Tabela 4 Valores médios do atributo sensorial pelo teste de Diferença do Controle do leite de cabras alimentadas com pedúnculo de caju e níveis crescentes de óleo de soja.....	72

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

	Página
Figura 1 Via Metabólica para síntese do CLA (<i>cis-9, trans-11</i>)	29

CAPÍTULO III

	Página
Figura 2 Representação gráfica do efeito do nível de inclusão do óleo de soja sobre o potencial antioxidante no leite de cabras lactantes.....	68
Figura 3 Representação gráfica do efeito do nível de inclusão do óleo de soja sobre o teor de CLA (ácido linoléico conjugado) no leite de cabras lactantes.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AOAC - *Association of Official Analytical Chemists*

BN – Balanço de nitrogênio

C – Cúbico

C4:0 – Ácido butírico

C6:0 – Ácido caproico

C8:0 – Ácido caprílico

C10:0 – Ácido cáprico

C12:0 – Ácido láurico

C14:0 – Ácido mirístico

C15:0 – Ácido pentadecílico

C16:0 – Ácido palmítico

C16:1 – Ácido palmitoleico

C17:0 – Ácido margárico

C18:0 – Ácido esteárico

C18:1 cis-9 – Ácido oleico

C18:1 trans-9 – Ácido eláidico

C18:2 cis n6 – Ácido linoléico

C18:2 cis-9 trans-11 – Ácido vacênico

C18:3 n3 – Ácido α -linolênico

C18:3 n6 – Ácido γ -linolênico

Ca – Cálcio

CCT – Consumo Carboidratos totais

CEE – Consumo de extrato etéreo

CFDN – Consumo de fibra em detergente neutro

CFDNPV – Consumo de fibra em detergente neutro corrigido para matéria mineral em percentagem do peso vivo

CLA – Ácido linoléico conjugado

CEE – Consumo de extrato etéreo

CMM – Consumo de matéria mineral

CMO – Consumo de matéria orgânica

CMS – Consumo de matéria seca

CMSPV – Consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo

CPB – Consumo de proteína bruta

CT – Carboidratos totais

DCT – Digestibilidade dos carboidratos totais

DEE – Digestibilidade do extrato etéreo

DFDN – Digestibilidade da fibra em detergente neutro

DMO – Digestibilidade da matéria orgânica

DMS – Digestibilidade da matéria seca

DPB – Digestibilidade da proteína bruta

ED – Energia digestível

EE – Extrato etéreo

EM – Energia metabolizável

EPM – Erro padrão da média

FDA – Fibra em detergente ácido
FDN – Fibra em detergente neutro
FDNf – Fibra em detergente neutro oriunda da forragem
FDNi – Fibra em detergente neutro indigestível
G – Gordura
g – Força g
L - litro
L – Linear
Mg – Miligrama
MM – Matéria mineral
MN – Matéria natural
MO – Matéria orgânica
MS – Matéria seca
N – Nitrogênio
NC - Nitrogênio consumido
NF – Nitrogênio fecal
NI – Nitrogênio indigerido
NL – Nitrogênio leite
Nmetfecal - Nitrogênio metabólico fecal
NU – Nitrogênio urinário
Nuend - Nitrogênio urinário endógeno
Nuexo - Nitrogênio exógeno
OS – Óleo de soja
P – Fósforo
P - Probabilidade
PB – Proteína bruta
Q – Quadrática
R² – Coeficiente de determinação
VB – Valor biológico

RESUMO GERAL

Objetivou-se com este estudo avaliar a digestão, o desempenho e a qualidade do leite de cabras alimentadas com pedúnculo de caju e níveis crescentes de óleo de soja. Para avaliação dos efeitos dos tratamentos foram observadas as seguintes variáveis: consumo voluntário, digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, balanço de nitrogênio, produção, composição físico-química, perfil lipídico, análise sensorial e potencial antioxidante do leite. Os tratamentos avaliados foram: T1 (controle) – 0% de óleo de soja e 0% de pedúnculo de caju; T2 - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 0% de óleo de soja; T3 - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 1,5% de óleo de soja; T4 - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 2,5% de óleo de soja; T5 - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 3,5% de óleo de soja. Foram utilizadas 10 cabras em lactação em um delineamento experimental em Quadrado Latino 5×5 duplo balanceado em que cada período consistia de 20 dias de adaptação e quatro de coleta. A inclusão do pedúnculo de caju reduziu o consumo de matéria seca e de matéria orgânica ($P<0,05$), mas a sua associação com níveis crescentes de óleo de soja não afetou estas variáveis ($P>0,05$). Houve redução no consumo de proteína bruta, que foi influenciada pela diminuição do consumo de matéria seca ($P<0,05$). O consumo de carboidratos totais reduziu e o de extrato etéreo aumentou ambas de forma linear em resposta à inclusão do óleo de soja ($P<0,05$). A digestibilidade da matéria seca, da matéria orgânica e dos carboidratos totais diminuiu linearmente em função do aumento do nível de óleo na dieta ($P<0,05$). Por outro lado, a digestibilidade do extrato etéreo (DEE) aumentou de forma linear com a inclusão do óleo de soja, enquanto que a digestibilidade da proteína reduziu, influenciando a digestibilidade da matéria seca. A digestibilidade da fibra em detergente neutro reduziu com a inclusão do pedúnculo de caju nos tratamentos, em relação ao tratamento controle ($P<0,05$). A presença de tanino no pedúnculo de caju provavelmente foi responsável pela maior perda de nitrogênio indigerido, em virtude de seu efeito sobre as proteínas no trato gastrointestinal. Apesar de uma redução do balanço de nitrogênio ($P<0,05$) o mesmo foi positivo em todos os tratamentos. A produção de leite diminuiu somente no tratamento com maior inclusão de óleo de soja (3,5%) ($P<0,05$). Este comportamento não foi observado quando a produção de leite foi corrigida para 4% de gordura, não se observando diferença entre os tratamentos ($P>0,05$). O teor de sólidos totais e de gordura do leite aumentou linearmente em resposta ao aumento do nível de óleo na dieta. Com relação aos demais componentes do leite não houve diferença entre os tratamentos ($P<0,05$). A inclusão do pedúnculo de caju não influenciou o perfil de ácidos graxos, tampouco o potencial antioxidante do leite ($P>0,05$). Por outro lado, a adição de níveis crescentes de óleo de soja reduziu de forma linear a atividade antioxidante do leite ($P<0,05$) a partir do nível 1,5%. Com relação ao atributo de sabor do leite foi verificada diferença significativa ($P<0,05$) do tratamento pedúnculo de caju + 1,5 % de óleo de soja em relação ao tratamento controle. Por outro lado, a inclusão de óleo em níveis superiores a 1,5% não afetaram o sabor do leite ($P>0,05$). Assim, conclui-se que estratégias que preconizam a associação do pedúnculo de caju com óleo de soja devem observar o balanceamento da proteína pra compensar perdas fecais deste nutriente. Por outro lado, esta associação não resulta em impactos significativos sobre o perfil lipídico da gordura do leite ou na atividade antioxidante do leite, além daquelas induzidas pela simples adição de óleo na dieta.

Palavras chaves: antioxidante, CLA, lipídios, subprodutos, taninos

GENERAL ABSTRACT

The aim with this study was to evaluate the digestion, performance and milk quality of goats, fed diets with cashew apple associated to increasing levels of soybean oil. To evaluate the treatments' effects were observed the following variables: voluntary feed intake, digestibility of dry matter and nutrients, nitrogen balance, milk production, physico-chemical composition, lipid profile, sensorial analysis and milk's antioxidant potential. The treatments were: T1 (control) – diet containing 0% of cashew apple and 0% soybean oil; T2 - diet containing 33% of cashew apple and 0% of soybean oil; T3 - diet containing 33% of cashew apple and of 1.5% soybean oil; T4 - diet containing 33% of cashew apple and 2.5% of soybean oil; T5 - diet containing 33% of cashew apple and 3.5% of soybean oil. Ten lactating goats were allocated in a randomized Latin Square design 5×5 double balanced. Each period lasted 24 days, being 20 days for adaptation and four days of sample collection. The inclusion of cashew apple reduced the dry and organic matter intake ($P < 0.05$), but its association with soybean oil did not influence these variables ($P > 0.05$). The reduction in the dry matter intake resulted also in a lower crude protein intake ($P < 0.05$). The intake of total carbohydrates decreased linearly as increasing the oil levels ($P < 0.05$), influencing also the intake of ether extract ($P < 0.05$). The digestibility of dry matter, organic matter, and total carbohydrate decreased linearly as the level of oil in the diet was increased. The digestibility of ether extract (DEE) had a linear increase with the inclusion of soybean oil. The digestibility of protein was reduced by including cashew apple in the diet, as well as by increase of soybean oil in the diet, which contributed to a linear decrease of total digestibility. The digestibility of the neutral detergent fiber decreased with the inclusion of cashew apple in the diets ($P < 0.05$). Tannins in cashew apple probably were the main factor related to an increased excretion of undigested nitrogen ($P < 0.05$). Despite a reduction in nitrogen balance, it was positive in every treatment ($P < 0.05$). Milk production decreased only at the highest level of soybean oil ($P < 0.05$). This behavior was not observed when the milk production was corrected for 4% fat ($P > 0.05$). Total solids and fat content increased linearly in response to increasing oil level in the diet ($P < 0.05$). Including cashew apple in the diet did not affect milk fatty acid profile and antioxidant activity. However, increasing levels of soybean oil in the diet reduced linearly the antioxidant activity of milk ($P < 0.05$). It was observed significant difference ($P < 0.05$) in milk flavor attribute, in those treatments with cashew apple and cashew apple + 1.5% of soybean oil, in comparison to the control group. The inclusion of soybean oil at levels above 1.5% did not affect the flavor of milk ($P > 0.05$). Then, it was concluded that cashew apple in association with soybean oil in dairy goat diets did not improve the milk fatty acid profile or antioxidant activity, besides those effects expected only with oil supplementation. However, when using this association, it must be taken into account the negative influence on protein metabolism.

Keywords: Antioxidant, CLA, subproduct, tannin.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A sociedade contemporânea está cada vez mais preocupada com a saúde e em busca de alimentos ou nutrientes que possam fornecer uma alegação funcional. Estes alimentos são conhecidos como alimentos funcionais que, além de nutrir, trazem benefícios metabólicos e fisiológicos a saúde humana.

Nos últimos anos, pesquisadores e o mercado de produtos de origem animal, em especial os produtos lácteos, vêm trabalhando ativamente no desenvolvimento de produtos com alegação funcional por meio de alimentos com menores teores de gordura saturadas e elevando o CLA. Isto ocorre pela tentativa de atender a esses consumidores que demandam de forma crescente, produtos salútares e de alta qualidade.

Na gordura do leite de cabra, dentre os ácidos graxos, os ácidos linoléicos conjugados (CLA) pertencem a uma classe de isômeros do ácido linoléico (C18:2) que são reconhecidas por seus efeitos biológicos dos quais o isômero C18:2 cis-9, trans-11 é o que apresenta maior funcionalidade. Estes isômeros são originados da biohidrogenação do ácido linoléico e principalmente da ação da enzima delta -9 desaturase sobre o ácido vacênico (C18:1, *trans* 11), produto intermediário da biohidrogenação do ácido linoléico no rúmen.

O aumento desses isômeros pode ser conseguido através da nutrição diferenciada oferecida a cabras leiteiras. A principal estratégia a suplementação dietética com óleos vegetais, para alterar a composição dos ácidos graxos por serem diretamente relacionados à saúde humana e as características organolépticas dos produtos lácteos.

Recentemente foi demonstrado que os polifenóis presentes em muitos subprodutos de frutas podem elevar o CLA no leite. Portanto, pretende-se agregar valor ao leite de cabra com moléculas funcionais oriundas de subprodutos da agroindústria de frutas para ampliar o mercado formal para este produto. Ao mesmo tempo, o uso produtivo dos subprodutos contribuirá para reduzir o custo de produção, o desperdício e o passivo ambiental.

Esta confirmação abre outra possibilidade nesta área, uma vez que vários alimentos alternativos para ruminantes, ricos em polifenólicos (taninos), estão

disponíveis no Nordeste e podem ser usados para este fim, com destaque para o pedúnculo de caju. Ademais, pode-se supor que a associação da suplementação com óleos em adição aos taninos poderia ser uma estratégia para aumentar a síntese e excreção de CLA no leite. E ainda reduzir o desperdício e o passivo ambiental dando um destino produtivo deste subproduto da agroindústria.

O presente trabalho foi apresentado em três capítulos. O primeiro refere-se à referência bibliográfica. O segundo capítulo avaliou-se o efeito da inclusão do pedúnculo de caju em associação aos níveis crescentes de óleo de soja na dieta de cabras leiteiras, sobre o consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio. O terceiro capítulo avaliou-se o efeito da inclusão do pedúnculo de caju em associação aos níveis crescentes de óleo de soja na dieta de cabras leiteiras, sobre a produção de leite, composição físico-química, perfil lipídico, potencial antioxidante e sensorial do leite.

CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a caprinocultura leiteira constitui-se uma atividade importante do ponto de vista socioeconômico. Nesse contexto, o Nordeste brasileiro ocupa posição de destaque por possuir cerca de 91% do efetivo de caprinos do país (IBGE, 2008).

A participação do Brasil na produção e mercado de produtos lácteos de caprinos, todavia, ainda é muito restrita. Isto ocorre em virtude da pequena produção de leite e derivados que chega ao mercado. Com isso, os produtos são comercializados a um preço alto quando comparado com produtos lácteos de vaca (Cordeiro e Cordeiro, 2009).

Dessa maneira, é necessário buscar alternativas para que esses produtos se tornem mais atrativos e competitivos. A agregação de molécula com potencial funcional como é o caso do CLA (cis-9, trans-11) ácido graxo de importante potencial biológico representa uma alternativa para ampliar as oportunidades de mercado do leite.

A alimentação dos caprinos leiteiros pode ser uma aliada importante para a manipulação da produção e o perfil de ácidos graxos do leite através da utilização de fontes de lipídios que aumentam de forma natural o CLA (ácido linoléico conjugado) e diminuem o teor de gordura no leite.

Estudos recentes (*in vivo* e *in vitro*) com ruminantes demonstraram que a suplementação de tanino favoreceu um aumento significativo da concentração de CLA e de ácidos graxos poliinsaturados (Vasta et. al., 2009). Esta confirmação abre outra possibilidade nesta área, uma vez que vários alimentos alternativos para ruminantes, ricos em polifenólicos (taninos), estão disponíveis no Nordeste brasileiro e podem ser usados para este fim, com destaque para o pedúnculo de caju.

Portanto, pode-se supor que a associação da suplementação com óleos em adição aos taninos poderia ser uma estratégia para aumentar a síntese e excreção de CLA no leite caprino, pela influência do tanino sobre a biohidrogenação ruminal.

1.2 PEDÚNCULO DE CAJU

No Brasil, quase todos os estados possuem plantações do cajueiro (*Anacardium occidentale L.*), mas essa planta adapta-se melhor as condições da região Nordeste.

O Ceará é o principal produtor de caju com um milhão de toneladas em 410 mil hectares de área plantada, seguido do Rio Grande do Norte com 480 mil toneladas com 129 mil hectares e Piauí com 420 mil toneladas em 184 mil hectares (IBGE, 2009).

A safra do caju ocorre na estação seca do ano, período de baixa disponibilidade de alimentos volumosos no Nordeste, e alta no preço dos alimentos concentrados. Dessa forma, o subproduto do caju seria uma alternativa a ser utilizada na ração animal, em virtude de seu valor nutritivo e pela destinação produtiva do subproduto da agroindústria (Teles et al., 2010; Leite et al., 2005).

De acordo com o IBGE (2009) a produção de castanha de caju foi de 217.072 toneladas na região Nordeste, no entanto deve se considerar que para cada quilo de castanha dez quilos são de pedúnculo (Pimentel et al., 2002), dessa forma a produção de pedúnculo de caju foi de 2.170.720 toneladas.

Conforme Gonçalves et al. (2007), na colheita anual em torno de 2 milhões de toneladas de pedúnculo são desperdiçados no campo. Isso em virtude da rápida degradação tornando difícil sua estocagem (Santos et al., 2007). Dessa maneira, somente pequena quantidade é aproveitada para o consumo *in natura* e industrializada para fabricação de suco e doce.

O pedúnculo do caju é considerado um alimento de natureza calórica energética. Possui estrutura carnosa e suculenta rico em vitamina C e do complexo B, além de cálcio, fósforo, potássio, manganês e magnésio (Gomes, 2010; Leite et al., 2005). Na composição química desse alimento Leite et al. (2005), encontraram 90,1% matéria seca (MS), 12,85% proteína bruta (PB), 77,8% fibra em detergente neutro (FDN), 59,4% fibra em detergente ácido (FDA), podendo ser perfeitamente utilizado na dieta para ruminantes por apresentar um valor nutricional satisfatório.

Na alimentação animal os subprodutos do caju mais utilizados são: o farelo da castanha e o farelo da polpa de caju, obtidos a partir da industrialização da amêndoa e industrialização do pedúnculo do caju na extração de sucos (Rodrigues et al., 2003; Leite et al., 2005).

Na literatura, ainda que seja escassa em informação sobre a quantidade fornecida e a limitação do consumo do uso do pedúnculo de caju na alimentação animal, algumas publicações já se encontram disponíveis para os ruminantes e não-ruminantes.

Leite et al. (2005) demonstraram que ovinos em terminação obtiveram bons desempenhos no ganho de peso diário (150 gramas) na dieta quando alimentados com 50% de caju e 50% de feno de leucena.

Oliveira et al. (2008) ao substituírem silagem de sorgo por pedúnculo de caju nas proporções 0, 20, 40 e 60% na alimentação de cabras Saanen, demonstraram que em até 60% pode ser feita a inclusão sem prejuízos no consumo de nutrientes e produção de leite.

Uma das características do pedúnculo de caju é a presença de compostos fenólicos como os taninos condensados (Agostini-Costa et al., 2000). Esses taninos são substâncias polifenólicas de alto peso molecular e complexidade variada. São classificados em duas classes: condensados, estrutura de polímeros de flavonóides e hidrolisáveis com estrutura de ésteres de ácido gálico e de ácido hexahidroxidifênico (Mangan, 1988; Agostini-Costa et al., 2003; Makkar, 2003).

Nos vegetais, os taninos são encontrados nos vacúolos das células. Este composto secundário não participa do metabolismo da planta, mas tem papel de defesa contra o ataque de insetos e doenças. Todavia, esses compostos podem ser liberados com a ruptura da célula através do corte ou mastigação (Min et al., 2003; Cannas, 1999; Makkar, 2003).

Os taninos são reconhecidos pela sua afinidade em formar ligação com proteínas, polímeros de celulose, hemicelulose e pectina retardando sua digestão (McSweeney et al., 2001). A habilidade de ligação destas moléculas depende da estrutura do tanino e das características químicas da molécula precipitada. No caso específico da interação tanino – proteína, as características para o tanino são: alto peso molecular e baixa solubilidade, enquanto que as características químicas das proteínas são: moléculas grandes, estrutura abertas e rica em prolina (Cannas, 1999).

Os taninos presentes nos alimentos podem exercer efeitos negativos e/ou positivos. O efeito deletério está relacionado com a baixa palatabilidade do alimento em virtude do sabor adstringente (amargo), resultante do complexo entre taninos e glicoproteínas salivares. Esse efeito pode deprimir o consumo e conseqüentemente diminuindo o desempenho animal (Redd, 1995; Goel et al., 2005).

Na literatura, são encontrados resultados inconsistentes sobre o efeito antinutricional dos taninos para os ruminantes. Isto pode estar associado com a quantidade ingerida pelo animal e, principalmente pela fonte de taninos. A adição em

3% de extrato de tanino condensado na dieta de vacas lactantes afetou o consumo, enquanto que a digestibilidade de MS e dos nutrientes não foram afetados (Dschaak et al., 2011).

Uma ingestão variando entre 2 % a 4% pode ter efeitos benéficos pela diminuição da hidrólise microbiana da proteína no rúmen e aumentar a absorção pós-ruminal de aminoácidos (Frutos et al., 2002; Oliveira e Berchielli, 2007; Beelen et al., 2008; Jones et al., 1994).

Os taninos têm uma ação tóxica sobre os microorganismos no rúmen. Nas bactérias, sua ação está relacionando com inibição de enzimas pela formação do complexo, inibindo o transporte de nutrientes e retardando o crescimento desses microrganismos (McSweeney et al., 2001) e, portanto interferindo no metabolismo animal (Van Soest, 1994). Jones et al. (1994), observaram o efeito dos taninos condensado sobre culturas de bactérias (*Butyrivibrio fibrisolvens* A38, *Provetella ruminicola* B1, *Ruminobacter amylophilus* WP225 e *Streptococcus bovis* 45S1) e concluíram que houve uma inibição principalmente na espécie *Butyrivibrio fibrisolvens*, ou seja, a mais conhecida que está envolvida na biohidrogenação ruminal.

1.3 ÓLEO NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

O óleo vegetal é uma gordura proveniente da extração das sementes, bem como de outras partes da planta. Esse tipo de gordura é formado por triglicerídeos, resultante da combinação de três moléculas de ácidos graxos e uma molécula de glicerol. Os ácidos graxos são compostos por ácidos carboxílicos com cadeias hidrocarbonadas e seu comprimento pode variar de 4 e 36 carbonos. São classificados em ácidos graxos insaturados com ligações duplas nas cadeias de carbono e ácidos graxos saturados com ligações simples (Nelson e Cox, 2002).

As fontes de óleo vegetal são consideradas altamente insaturadas e, portanto, o grau de insaturação pode influenciar no metabolismo microbiano no rúmen e, conseqüentemente, no perfil de ácidos graxos do leite. Os ácidos graxos linoléico (C18:2) e ácido oleico (C18:1), predominam no óleo do girassol, milho, soja e algodão (ANVISA, 1999).

Na Tabela1 encontra- se mais detalhado o perfil de ácidos graxos do óleo de soja.

Tabela 1- Composição de ácidos graxos no óleo de soja

Nomenclatura	Ácido graxo	g/100g
-	C < 14	< 0,1
Ácido Mirístico	C 14:0	< 0,5
Ácido palmítico	C 16:0	7,0 - 14,0
Ácido palmitoléico	C 16: 1	< 0,5
Ácido esteárico	C 18:0	1,4 - 5,5
Ácido oleico	C 18:1	19,0 - 30,0
Ácido linoléico	C 18:2	44,0 - 62,0
Ácido linolênico	C 18:3	4,0 - 11,0
Ácido Araquídico	C 20:0	< 1,0
Ácido Eicosenóico	C 20:1	< 1,0
Ácido Behênico	C 22:0	< 0,5

Fonte: Agencia Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, 1999

A suplementação lipídica em dietas para ruminantes visa aumentar sua densidade energética, melhorar a utilização de nutrientes e favorecer a participação de determinados ácidos graxos na composição do leite (Eifert et al., 2006).

A suplementação de óleo vegetal na alimentação de ruminantes, deve estar entre 3% e 5 % para não interferir na fermentação ruminal e conseqüentemente acarretar uma redução na digestibilidade dos nutrientes, principalmente da fibra (Palmquist e Jenkins, 1980). Isto em decorrência do efeito físico sobre as partículas alimentares mediante ao encapsulamento tornando indisponível para a adesão bacteriana. Além disso, ácidos graxos insaturados são tóxicos para as bactérias celulolíticas. A toxicidade parece estar relacionada com o aumento da fluidez da membrana celular perdendo a permeabilidade seletiva e assim reduzindo a capacidade de regulação do pH intracelular e captação de nutrientes (Jenkins et al., 1997; Maia et al., 2010).

Principalmente nos últimos anos, pesquisas vêm sendo realizadas mediante o uso de fontes óleos vegetais na alimentação animais leiteiros. Com o propósito de aumentar o teor de ácido linoléico conjugado no perfil lipídico na gordura do leite. Dessa maneira, podem trazer benefícios à saúde humana em virtude dos efeitos positivos desse isômero (Williams, 2000).

Avaliando o efeito de diferentes níveis de inclusão de óleo de canola (0, 2, 4 e 6%) Mir et al. (1999), verificaram para 2 e 4% um aumento do CLA de 88 e 210%, respectivamente. Em concordância, Bomfim et al. (2006) ao avaliarem duas fontes de

óleo (soja e palmiste) na dieta de cabras Saanen para manipular o perfil dos ácidos graxos da gordura do leite, observaram um aumento no teor do ácido linoléico conjugado para ambas as suplementações. No entanto, apenas na dieta com adição do óleo de soja reduziu o teor de ácidos graxos saturado.

1.4 METABOLISMO DE LIPÍDEOS NO RÚMEN

No ambiente ruminal ocorrem duas modificações importantes nos triglicerídeos dietéticos: a lipólise e a biohidrogenação. A lipólise é responsável pela hidrólise dos lipídeos esterificados da deita, pela ação de lípases microbianas extracelulares, que liberam os ácidos graxos livres e permite que o glicerol seja utilizado para produção de ácidos graxos de cadeia curta. Todavia, as bactérias não são capazes de aproveitar esses ácidos graxos como fonte de energia por serem compostos bastante reduzidos, mas elas podem incorporar parte na sua membrana citoplasmática (Demeyer e Doreau, 1999; Kozloski, 2002).

Por sua vez, a biohidrogenação ruminal altera esses ácidos graxos livres pela adição de hidrogênio no lugar das duplas ligações, transformando as ligações insaturadas em saturadas (Nelson e Cox, 2002). Essa ação é realizada pelas bactérias ruminais, sendo a *Butyrivibrio fibrisolvens* a espécie mais conhecida (Kepler et al., 1966).

As bactérias que realizam a biohidrogenação são divididas em dois grupos: A e B. No rúmen as bactérias do grupo A são mais abundantes do que as bactérias do grupo B. O grupo A transforma o ácido linoléico (C18: 2) no ácido vacênico (C18: 1-*trans* - 11). O grupo B reduz o ácido vacênico para o ácido esteárico (Demeyer e Doreau, 1999). Portanto, a via sendo completa favorece a formação do ácido esteárico (C18: 0). Tal mecanismo seria uma defesa contra os ácidos graxos insaturados por serem tóxicos as bactérias (Maia et al., 2010).

O ácido linoléico conjugado (CLA) refere-se a uma combinação de isômeros geométricos (*cis, cis; cis, trans; trans, cis e trans, trans*) e posicionais (*cis-8, cis-10; cis-9, cis - 11; cis-10, cis-12 e cis-11, cis-13*) do ácido linoléico (18:2) com duas duplas ligações conjugados, ou seja, separadas por ligações simples carbono-carbono, enquanto que o ácido linoléico (C18: 2 *cis-9, cis-12*) apresenta as duplas ligações separadas por um grupo metileno (Bessa et al., 2000; Hur et al., 2006).

Apesar de existirem diversos isômeros do CLA, o (*cis*-9, *trans*-11) tem despertado grande interesse em função dos seus efeitos biológico, podendo ser encontrado na carne e, principalmente no leite dos ruminantes (Pariza et al., 2001). A principal funcionalidade do CLA (*cis*-9, *trans*-11) está relacionada com seu efeito anticarcinogênica, essa foi à primeira característica a atrair interesse (Parodi, 1996.).

Pesquisas utilizando diferentes modelos animal têm relacionado o CLA a vários benefícios a saúde. Ip et al. (1991), demonstraram que 0,1% de CLA na dieta de ratos com incidência de câncer induzido foi suficiente para reduzir tumores na glândula mamária. Por sua vez Lee et al. (1994), observaram o efeito do CLA sobre a aterosclerose em coelhos alimentados com uma dieta de 0,5g de CLA que mostrou menor circulação de LDL colesterol. O LDL colesterol é conhecido como colesterol “mal”, responsável pela formação dos ateromas, isto é, placas que se formam na parede dos vasos. Tais efeitos positivos atribuídos ao CLA (*cis*-9, *trans*-11), podem favorecer a saúde humana (Williams, 2000).

A etapa inicial da biohidrogenação pela ação desses microrganismos sobre os lipídios poliinsaturados inicia-se pela isomerização que converte o ácido linoléico (*cis*-9, *cis*-12) (figura 1) em *cis*-9, *trans*-11 (comumente chamado de ácido linoléico conjugado, ou CLA, e cujo nome é ácido rumênico) (Kramer et al., 1998) e posterior redução para C18: 1 *trans*-11(ácido vacênico). A partir dessa etapa as bactérias do grupo B realizam a hidrogenação do C 18:1 *trans*-11 para ácido esteárico (C 18:0) (Demeyer e Doreau 1999; Chilliard et al., 2000).

Todavia, a manipulação da biohidrogenação ruminal pela suplementação de fontes de óleo vegetal ricos em ácidos graxos insaturados na dieta seria uma estratégia a ser utilizada, favorecendo um maior acúmulo de intermediários (CLA e ácido vacênico). O ácido vacênico formado no rúmen serve como substrato para síntese endógena do CLA. Assim, ao alcançarem a corrente sanguínea são transportados para a glândula mamária e pela ação da enzima esteroil coenzima A desaturase (Δ^9 desaturase) responsável por inserir uma ligação *cis* entre o carbono 9 e 10 convertendo em C18:2 *cis*-9, *trans*-11(ácido rumênico) (Corl et al., 2001; Chilliard e Ferlay, 2004).

Alguns autores têm demonstrado a síntese endógena como uma importante via para formação do CLA. Corl et al. (2001), ao infundirem óleo vegetal parcialmente hidrogenado e ácido estercúlico como fonte de inibidor da enzima Δ^9 desaturase em vacas lactantes encontram um aumento do CLA *cis*-9, *trans*-11 advindo da síntese

endógena. Essa confirmação corrobora com o resultado de Griinari et al. (2000), observaram ao infundirem no abomaso de vacas em lactação, uma mistura C18:1 *trans*-11 e C18:1 *trans*-12 (50%-50%) um aumento de 31% na concentração de CLA *cis*-9, *trans*-11 secretado no leite. Tais constatações comprovam que a via mais ativa para formação do CLA é pela via endógena, onde no rúmen ocorre à formação do C18: 1 *trans*-11 serve como substrato para síntese endógena do CLA.

Estudos recentes demonstraram a inibição da última etapa da biohidrogenação e acúmulo do ácido vacênico pelo efeito inibitório do tanino, sobre as bactérias do grupo B que são responsáveis por realizar a última etapa da biohidrogenação, ou seja, de C18: 1 *trans*-11 para C18: 0 (Demeyer e Doreau, 1999). Essa atividade pode ser benéfica, uma vez que a inibição da última etapa do processo de biohidrogenação ruminal acumula os intermediários, dentre os quais o CLA e seu precursor para síntese endógena (C18: 1 *trans*-11) (Vasta et al., 2009; Patra e Saxena, 2010).

Experimentos *in vitro* demonstraram um efeito do tanino sobre a biohidrogenação ruminal por inibir a atividade dos microrganismos ruminais, favorecendo o acúmulo de ácido vacênico e uma redução do ácido esteárico (Vasta et al., 2008; Khiaosa al-Ard et al., 2009).

Experimentos *in vivo* com taninos sobre seu efeito na biohidrogenação ruminal e modificação composição da carne e leite rico em CLA, são contraditórios. Vasta et al.(2009), observaram um aumento significativo da concentração de CLA e de ácidos graxos poliinsaturados no fluido ruminal e aumento da concentração de ácidos graxos poli-insaturados nos músculos de ovinos alimentados com dietas que continham taninos.

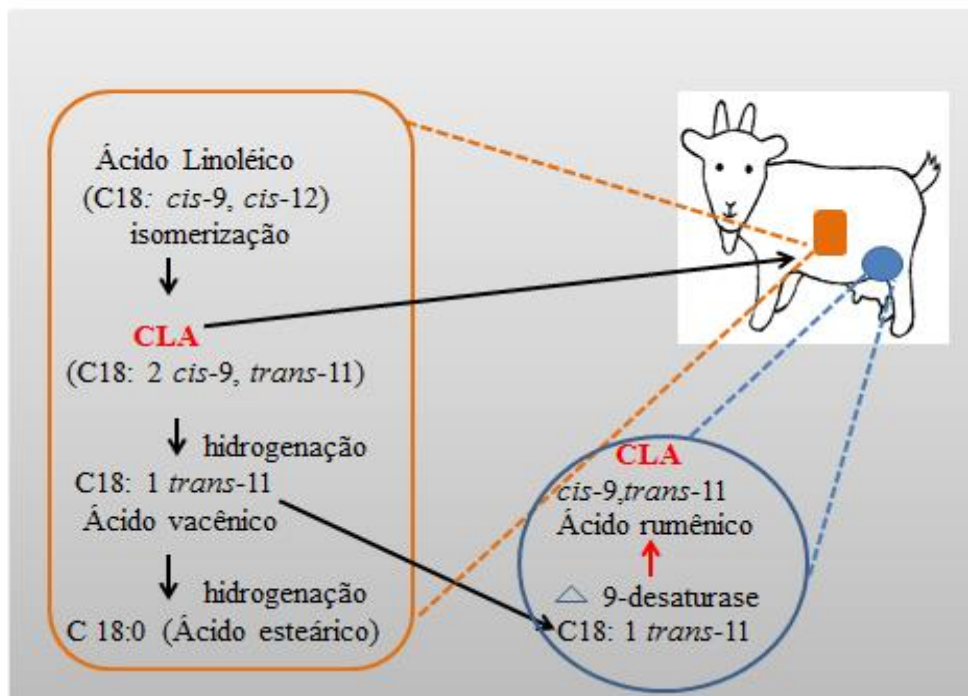


Figura 1 – Via Metabólica para síntese do CLA (*cis*-9, *trans*-11)

Fonte: Adaptado de Chilliard et al. (2003)

1.5 IMPORTÂNCIA DE AGREGAÇÃO DO CLA PARA A CAPRINOCULTURA LEITEIRA

O leite caprino é um dos alimentos com elementos nutritivos de grande importância (proteína, gordura, cálcio, fósforo e vitaminas), além disso, pode ser fonte de componentes com capacidade de reduzir o risco de doenças, ou seja, alimento com potencial funcional.

No Brasil, o leite de cabra e seus derivados são comercializados a um valor superior ao leite de vaca quando comparado a outros países. No Brasil a diferença pode chegar até 220% (Cordeiro e Cordeiro 2009). Este é um dos aspectos que reduzem a competitividade deste produto e as oportunidades de ampliação de mercado.

A agregação de valor aos produtos dos pequenos ruminantes representa uma das alternativas para ampliar as oportunidades de mercado do leite. Especialmente, quando se agrega propriedades que associam nutrição e saúde, uma vez que há uma demanda crescente por alimentos funcionais e valorização destes produtos. Dessa maneira, apresentar ao consumidor características que o diferenciem e que transmitam a quem pode

pagar por ele a certeza de custo compensador, ou seja, de que vale a pena o adicional de preço pelo que o produto oferece (Bomfim et al., 2011).

Pesquisas vêm sendo desenvolvidas mediante uma alimentação diferenciada oferecida às cabras leiteiras, com o intuito de modificar o perfil dos ácidos graxos presentes no leite e assim agregar valor ao leite através de moléculas com potencial funcional como é o caso do CLA (*cis* - 9, *trans* -11).

Assim ampliar o mercado do leite de cabra implica necessariamente em agregar valor ao leite e derivados. Dessa forma, contribuir para o fortalecimento de toda cadeia produtiva da caprinocultura.

1.6 CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DO LEITE DE CABRA

O leite de cabra é uma das principais fontes alimentares que apresentam benefícios à saúde humana, rico em proteínas de importante valor biológico e moléculas de gordura de alta digestibilidade. No entanto, a qualidade do leite está relacionada tanto ao valor nutricional bem como com as propriedades sensoriais.

O sabor do leite é uma das principais propriedades sensoriais mais relevantes, daí ser a causa de rejeição de muitos consumidores. Tal característica é percebida durante a degustação estando associadas a percepções olfativas, gustativas e táteis.

Vários fatores podem interferir nas propriedades sensoriais do leite e podem ser de ordem genética, fisiológica e ambiental, destacando-se a dieta dos animais (Costa et al., 2009). Nesse contexto, alguns alimentos presente na dieta de cabras leiteiras possuem substâncias odoríferas que podem ser transferidos para o leite via rúmen e, portanto alterar as características sensoriais do leite (Coulon e Priolo, 2002; Moio et al., 1996).

A suplementação lipídica na dieta pode também modificar a composição dos ácidos graxos do leite e, portanto ocorrer mudanças positivas ou negativas no sabor dos produtos lácteos (Chilliard et al., 2003).

Informações quanto ao uso do pedúnculo de caju em associação com óleo de soja na alimentação de caprinos leiteiros e sua influência na modificação das características sensoriais do leite e, principalmente no quesito sabor são inexistentes.

Portanto, é necessário investigações para avaliar se esse alimento altera o sabor, uma vez que, na região Nordeste esse alimento é encontrado em abundância, podendo compor a alimentação desses animais e de maneira que não interfira no sabor do leite.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução **RDC n. 270**, 22 de setembro de 2005.
- AGOSTINI-COSTA, T. S.; SANTOS, J. R.; GARRUTI, D. S.; FEITOSA, T. Caracterização, por cromatografia em camada delgada dos compostos fenólicos presentes em pedúnculos de caju (*anacardium occidentale* l.). **B.CEPPA**, v. 18, n. 1, p. 129-137, 2000.
- AGOSTINI-COSTA, T. S.; LIMA, A.; LIMA, M. V. Determinação de tanino em pedúnculo de caju: método da vanilina versus método do butanol ácido. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 763-765, 2003.
- BEELEN, P. M.G; PEREIRA-FILHO, J. M.; BEELEN. R. N. Avaliação de taninos condensados em plantas forrageiras. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, ZOOTEC, João Pessoa, PB. **Anais...** JoãoPessoa: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2008. CD-ROM.
- BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, J.; RIBEIRO, J. M. R.; PORTUGAL, A.V. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Science**, v.63, n.3, p. 201–211, 2000.
- BOMFIM, M. A. D.; LANNA, D. P. D.; FACO, O.; RODRIGUES, M.T.; GOMES, M. F.; PEREIRA, L. P. S. **Efeito da manipulação dos teores de ácidos graxos sobre o potencial funcional da gordura do leite de cabra para a nutrição e saúde humanas**. In: CONGRESSO PANAMERICANO DO LEITE, 9. Tendências e avanços do Agronegócio de leite nas américas: mais leite = mais saúde. Ed. Carlos Eugênio Martins et al. Porto Alegre-RS, 2006.
- BOMFIM, M. A. D.; QUEIROGA, R. C. E.; AGUILA, M. B.; MEDEIROS, M. C.; FISBERG, M.; RODRIGUES, M. T.; SANTOS, K. M. O.; LANNA, D. P. D. Abordagem multidisciplinar de P,D&I para o desenvolvimento de produto lácteo caprino com alto teor de CLA e alegação de propriedade funcional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.98-106, 2011 (supl. especial).
- CANNAS, A. **Tannins: fascinating but sometimes dangerous molecules**. Itaka, 1999. Disponível em: <http://www.ansci.cornell.edu/plants/toxicagents/tannin>
Acessado em: 15.07.2011.
- CORDEIRO, P. R. C.; CORDEIRO, A.G. P. C. Mercado do leite de cabra e de seus derivados. In: FONSECA, J.F.; BRUSCHI, J.H.(Eds.). **Produção de caprinos na região da Mata Atlântica**. Juiz de Fora: Embrapa Caprinos e Ovinos/Gado de Leite, p.49-58, 2009.

- CORL, B. A.; BAUMGARD, L. H.; DWYER, D. A.; GRIINARI, J. M.; PHILLIPS, B. S.; BAUMAN, D. E. The role of D9-desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.12, p. 622–630, 2001.
- COULON, J. B.; PRIOLO A. La qualité sensorielle des produits laitiers et de la viande dépend des fourrages consommés par les animaux. **Productions Animales**, v. 15, n.5, p. 333 - 342, 2002.
- CHILLIARD, Y; FERLAY, A.; MANSBRIDGE, R. M.; DOREAU, M. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, *trans* and conjugated fatty acids. **Annales de Zootechnie**, v. 49, n. 3, p. 181–205, 2000.
- CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J. LAMBERET, G. 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.
- CHILLIARD, Y.; FERLAY, A. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. **Reproduction Nutrition**, v. 44, n. 4, p. 467–492, 2004.
- COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; PEREIRA, R. A. G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira. Zootecnia**, v.38, p.307-321, 2009 (supl. especial).
- DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, Wallingford, v.58, n. 3, p.593-607, 1999.
- DSCHAAK, C. M.; WILLIAMS, C. M.; HOLT, M. S.; EUN, J.S.; YOUNG, A. J.; MIN, B. R. Effects of supplementing condensed tannin extract on intake, digestion, ruminal fermentation, and milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, n. 5, p. 2508–2519, 2011.
- EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; LANNA, D. P. D.; TEIXEIRA, R. M. A.; ARCURI, P. B. LEÃO, M. I.; OLIVEIRA M. V. M.; VALADARES- FILHO, S. C. Perfil de ácidos graxos e conteúdo de ácido linoléico conjugado no leite de vacas alimentadas com a combinação de óleo de soja e fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1829-1837, 2006.
- FRUTOS, P.; HERVÁS, G.; RAMOS, G.; GIRÁLDEZ, F. J.; MANTECÓN, A. R. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. **Animal Feed Science and Technology**, v. 92, n. 3, p. 215-226, 2002.
- GOMES, J. **Os frutos sociais do caju**. São Paulo, Banco do Nordeste do Brasil. p.203, 2010.
- GONÇALVES, J. S.; NEIVA, J. N. M.; OLIVEIRA- FILHO, G. S. LÔBO, R. N. B. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Shum) e

Brachiaria decumbens contendo pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.) desidratado. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.2, p.204-209, 2007.

GOEL, G.; PUNIYA, A. K.; AGUILAR, C. N.; SINGH, K. Interaction of gut microflora with tannins in feeds. **Naturwissenschaften**, v. 92, n.11, p. 497-503, 2005.

GRIINARI, J. M.; CORL, B. A.; LACY, S. H.; CHOUINARD, P. Y.; NURMELA, K.V.V.; BAUMAN, D. E. Conjugated Linoleic Acid Is Synthesized Endogenously in Lactating Dairy Cows by D9-Desaturase. **The Journal of nutritional**, v. 130, n. 9, p.2285–2291, 2000.

JONES, G. A.; McALLISTER, T. A.; MUIR, A. D.; CHENG, K. J. Effects of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) condensed tannins on growth and proteolysis by four strains of ruminal bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 60, n.4, p.1374-1378, 1994.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatísticas sobre produção de castanha de caju. IBGE, 2009. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 03 jan. 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatísticas sobre pecuária, rebanho e produção. IBGE, 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 junho 2011.

IP, C.; CHIN, S. F.; SCIMECA, J. A.; PARIZA, M.W. Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. **Cancer Research**, v. 51, n. 22, p. 6118–6124, 1991.

HUR, S. J.; PARK, G. B.; JOO, S. T. Biological activities of conjugated linoleic acid (CLA) and effects of CLA on animal products. **Livestock Science**, v. 110, n. 3, p. 221–229, 2007.

KEPLER, C. R.; HIRONS, K. P.; McNEILL, H. J. J.; TOVE, S. B. Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio Fibrisolves*. **The Journal of Biologia Chemistry**, v. 241, n. 6, p. 1350 – 1354, 1966.

KHIAOSA-ARD, R.; BRYNER, S. F.; SCHEEDER, M. R. L.; WETTSTEIN, H. R.; LEIBER, F.; KREUZER, M.; SOLIVA, C. R. Evidence for the inhibition of the terminal step of ruminal α -linolenic acid biohydrogenation by condensed tannins. **Journal. Dairy Science**, v. 92, n.1, p. 177–188, 2009.

KOZLOSKI, G.V.; Bioquímica microbiana ruminal. In: KOZLOSKI, G.V. (Ed.). **Bioquímica dos ruminantes**. 1ed. UFSM, 2002. p. 11-66.

KRAMER, J. K. G.; PARODI, P. W.; JENSEN, R. G.; MOSSOBA, M. M.; YURAWEEZ, M. P.; ADLOF, R. O. Rumenic Acid: A Proposed Common Name for the Major Conjugated Linoleic Acid Isomer Found in Natural Products. **Lipids**, v. 33, n. 8, p- 835, 1998.

- JENKINS, T. C.; WALLACE, R. J.; MOATE, P. J.; MOSLEY, E. E. BOARD INVITED REVIEW: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 2, p. 397-412, 1997.
- LEE, K. N.; KRITCHEVSKYB, D.; PARIZA, M. W. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. **Atherosclerosis**, v. 108, n. 1, p. 19-25, 1994.
- LEITE, E. R.; BARROS, N. N.; BOMFIM, M. A. D; CAVALCANTE, A. C. R. Erminação de Ovinos Alimentados com Farelo do Pedúnculo do caju e feno de Leucena. Comunicado técnico, n. 61, 2005. Online.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Princípios de bioquímica**. 3. Ed. São Paulo, 2002.
- OLIVEIRA, S. G.; BERCHIELLI, T. T. Potencialidades da utilização de taninos na conservação de forragens e nutrição de ruminantes – Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.1, p. 1-9, 2007.
- OLIVEIRA, S. Z. R.; BOMFIM, M. A. D.; LEITE, E. R.; CÂNDIDO, M. J. D.; OLIVEIRA, L. S.; FONTELES, N. L. O.; PEREIRA, M. S. C.; MAPURUNGA, P. A. Consumo e produção leiteira de cabras alimentadas com níveis crescentes de farelo desidratado do pedúnculo do caju (*anacardium occidentale* l.). In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, ZOOTEC, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2008. CD-ROM
- MAIA, M. R. G.; CHAUDHARY, L. C.; BESTWICK, C. S.; RICHARDSON, A. J.; MCKAIN, N.; LARSON, T. R.; GRAHAM, I. A.; WALLACE, R. J. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. **BMC Microbiology**, v. 10, n. 52, p. 2-10, 2010.
- MAKKAR, H. P. S. **Quantification on tannins in tree and shrub foliage**. London: Published by Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 1-3. (A laboratory Manual).
- MANGAN, J. L. Nutritional effects of tannins in animal feeds. **Nutrition Research Reviews**, v.1, n. 1, p. 209-231, 1988.
- MCSWEENEY, C. S.; PALMERB, B.; MCNEILLC, D. M.; KRAUSE, D. O. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 91, n.1, p. 83-93, 2001.
- MIN, B. R.; BARRY, T. N.; ATTWOOD, G. T.; McNABB, W. C. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science**, v.106, n. 1-4, p. 3-19, 2003.
- MIR, A. Z.; GOONEWARDENEB, L. A.; OKINEB, E.; JAEGARC, S.; SCHEER, H. D. 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.
- MOIO, L.; RILLO, L.; LEDDA, A.; ADDEO, F. Odorous Constituents of Ovine Milk in Relationship to Diet. **Journal Dairy Science**, v. 79, n. 8, p. 1322-1331, 1996.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.1, p.1-14, 1980.
- PARIZA, M. W.; PARK, Y.; COOK, M. E. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid - Review. **Progress in Lipid Research**, v. 40, n. 4, p. 283-298, 2001.
- PARODI, P. W. Milk fat components:possible chemopreventive agents for cancer and other diseases. **Australian Journal of Dairy Technology**, v.51, n.1, p. 24-32, 1996.
- PATRA, A, A. K.; SAXENA, J. Exploitation of dietary tannins to improve rumenmetabolism and ruminant nutrition. **Journal Science Food Agriculture**, v. 91, n. 1, p. 24-37, 2010.
- PIMENTEL, C. R. M.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R. E. Mercado: Situação atual e perspectivas. In: ALVES, R.E; FILGUEIRAS, H.A.C.(Ed.).**Caju pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.9-13. (Embrapa Informação Tecnológica. Frutas do Brasil, 31).
- REDD, J. D. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **Journal Animal Science**, v. 73, n. 5, p. 1516-1528, 1995.
- RODRIGUES, M. M.; NEIVA, J. N. M.; VASCONCELOS, V. R.; LÔBO, R. N. B.; PIMENTEL, J. C. M.; MOURA, A. A. N. Utilização do Farelo de Castanha de Caju na Terminação de Ovinos em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.1, p.240-248, 2003.
- SANTOS, R. P.; SANTIAGO, A. A. X.; GADELHA, C. A. A.; CAJAZEIRA, J. B.; CAVADA, B. S.; MARTINS, J. L.; OLIVEIRA, T. M.; BEZERRA, G. A.; SANTOS, R. P.; FREIRE, V. N. Production and characterization of the cashew (*Anacardium occidentale* L.) peduncle bagasse ashes. **Journal of Food Engineering**, v.79, n. 4, p.1432-1437, 2007.
- TELES, M. M.; NEIVA, J. N. M.; CLEMENTINO, R. H.; RÊGO, A. C.; CANDIDO, M. J. D.; RESTLE, J.; Consumo, digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio da silagem de capim-elefante com adição de pedúnculo de caju desidratado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.2, p. 427- 433, 2010.
- VASTA, V.; MAKKAR, H. P. S.; MELE, M.; PRIOLO, A. Ruminant biohydrogenation as affected by tannins in vitro. **British Journal of Nutrition**, v. 102, n.1, p. 82-92, 2008.

VASTA, V.; MELE M.; SERRA, A.; SCERRA, M.; LUCIANO, G.; LANZA, M.; PRIOLO, A. Metabolic fate of fatty acids involved in ruminal biohydrogenation in sheep fed concentrate or herbage with or without tannins. **Journal Animal Science**, v. 87, n.8, p. 2674–2684, 2009.

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

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health. **Ann. Zootech**, v. 49, n.3, p. 165–180, 2000.

**CAPÍTULO II - CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE DA MATÉRIA
SECA E DOS NUTRIENTES E BALANÇO DE NITRÓGENIO DE CABRAS
ALIMENTADAS COM PEDÚNCULO DE CAJU E NÍVEIS CRESCENTES DE
ÓLEO DE SOJA**

RESUMO

O objetivo com este trabalho foi avaliar o efeito do pedúnculo de caju e sua associação com níveis crescentes de óleo de soja sobre o consumo, digestibilidade da matéria seca e de nutrientes e balanço de nitrogênio. Foram utilizadas 10 cabras em lactação em um delineamento experimental em Quadrado Latino 5×5 duplo balanceado. Os tratamentos foram: T1 (controle) – 0% de óleo de soja e 0% de pedúnculo de caju; T2 - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 0% de óleo de soja. T3 - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 1,5% de óleo de soja; T4 - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 2,5% de óleo de soja; T5 - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 3,5% de óleo de soja. A inclusão do pedúnculo de caju reduziu o consumo de matéria seca e de matéria orgânica ($P<0,05$), mas a sua associação com níveis crescentes de óleo de soja não afetou estas variáveis ($P>0,05$). Houve uma redução do consumo de proteína bruta, que foi influenciada pela diminuição do consumo de matéria seca ($P<0,05$). O consumo de carboidratos totais reduziu e o de extrato etéreo aumentou ambas de forma linear em resposta à inclusão do óleo de soja na dieta ($P<0,05$). A digestibilidade da matéria seca, da matéria orgânica e dos carboidratos totais diminuiu linearmente em função do aumento do nível de óleo na dieta ($P<0,05$). Por outro lado, a digestibilidade do extrato etéreo (DEE) aumentou de forma linear com a inclusão do óleo de soja, que a digestibilidade da proteína reduziu influenciando a digestibilidade da matéria seca. A digestibilidade da fibra em detergente neutro reduziu com a inclusão do pedúnculo de caju nos tratamentos, em relação ao tratamento controle ($P<0,05$). A presença de tanino no pedúnculo de caju provavelmente foi responsável pela maior perda de nitrogênio indigerido ($P<0,05$), em virtude de seu efeito sobre as proteínas no trato gastrointestinal. Apesar de uma redução do balanço de nitrogênio ($P<0,05$), o mesmo foi positivo em todos os tratamentos. Assim, a associação do pedúnculo de caju com o óleo de soja pode ser utilizada como estratégia de alimentação de caprinos leiteiros sem afetar o consumo. Por outro lado, deve ser observado o balanceamento da proteína para compensar perdas fecais deste nutriente.

Palavras-chave: Consumo, CLA, subproduto, tanino.

ABSTRACT

INTAKE, DIGESTIBILITY OF DRY MATTER AND NUTRIENTS, AND NITROGEN BALANCE IN GOATS FED CASHEW APPLE AND INCREASING LEVELS OF SOYBEAN OIL.

The aim of this study was to evaluate the effect of the cashew apple and its association with increasing levels of soybean oil on intake, digestibility, and nitrogen balance. It were used 10 lactating goats in a randomized Latin Square 5×5 double balanced. The treatments were: T1 (control) – diet containing 0% of cashew apple and 0% soybean oil; T2 - diet containing 33% of cashew apple and 0% soybean oil; T3 - diet containing 33% of cashew apple and 1.5% soybean oil; T4 - diet containing 33% of cashew apple and 2.5% soybean oil; T5 - diet containing 33% of cashew apple and 3.5% soybean oil. Including cashew apple in the diet reduced dry matter and organic matter intake ($P<0.05$), but there was no interaction with levels of soybean oil. The reduction in the dry matter intake resulted also in a low crude protein intake ($P<0.05$). Intake of total carbohydrates reduced linearly as increasing the oil levels ($P<0.05$), influencing also the intake of ether extract ($P<0.05$). The digestibility of dry matter, organic matter, and total carbohydrates decreased linearly with increasing the level of oil in the diet. Digestibility of ether extract (DEE) had a linear increase as soybean oil in the diet was increased ($P<0.05$). Digestibility of protein was reduced by including cashew apple and soybean oil in the diet, which contributed to a linear decrease of total digestibility ($P<0.05$). Neutral detergent fiber digestibility decreased with the inclusion of cashew apple in the treatments ($P <0.05$). Tannins in cashew apple probably were the main factor related to an increased excretion of undigested nitrogen. Despite a reduction in nitrogen balance, it was positive in every treatment ($P<0.05$). The association of cashew apple with soybean oil can be used as a feeding strategy of dairy goats without affecting intake. However, when using this association, it must be take into account the negative influence on protein metabolism.

Keywords: Intake, CLA, subproduct, tannin.

1. INTRODUÇÃO

Na região Nordeste do Brasil, a baixa disponibilidade e qualidade dos alimentos observada nos períodos secos do ano constitui um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento da atividade pecuária. Nesse contexto, os subprodutos oriundos das agroindústrias de processamento de frutas surgem como uma alternativa para a alimentação animal, com o intuito de maximizar os índices de produtividade dos rebanhos (Oliveira et al., 2008). Dentre estes se destaca o pedúnculo de caju, um subproduto de baixo custo encontrado em abundância no Nordeste brasileiro.

Recentemente foi demonstrado que os polifenóis podem influenciar no processo da biohidrogenação e aumentar a concentração de CLA em pequenos ruminantes (Vasta et al., 2009). Ademais, pode-se supor que a associação da suplementação com fontes lipídicas ricas em ácido linoléico pode elevar a quantidade de substrato disponível para biohidrogenação e elevar a concentração destes isômeros. Neste contexto as pesquisas têm demonstrado que o óleo de soja é a fonte com maior viabilidade de uso (Bomfim et al., 2011).

Por outro lado, apesar deste potencial, tanto a suplementação lipídica quanto os taninos presentes na dieta podem influenciar negativamente o consumo a digestibilidade e o metabolismo de nutrientes, comprometendo o desempenho animal. O efeito negativo da ingestão lipídica pode estar relacionado com a redução das partículas fibrosas pela aderência do óleo, o que pode influenciar em redução da taxa de passagem da digestão pelo trato gastrintestinal e efeito negativo sobre o crescimento microbiano (NRC, 2001), enquanto que o tanino tem efeito sobre os microrganismos celulolíticos impedindo a digestão microbiana, interferindo no metabolismo animal e retardando a digestão que pode deprimir o consumo (McSweeney et al., 2001; Van Soest, 1994; Frutos et al., 2004). Assim, para o uso desta associação com o intuito de agregar valor ao leite é fundamental que se avalie estes parâmetros ligados ao consumo e aproveitamento dos nutrientes.

Objetivou-se neste estudo avaliar o efeito da inclusão do pedúnculo de caju e de níveis crescentes de óleo de soja na dieta de cabras da raça Saanen sobre o consumo, digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes e o balanço de nitrogênio.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL E PERÍODO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no Centro Tecnológico de Produção de Leite de Cabra da Embrapa Caprinos e Ovinos, localizado em Sobral, Ceará, entre os meses de abril a agosto de 2011. O período experimental teve duração de 120 dias, divididos em cinco períodos de 24 dias, sendo 20 dias de adaptação dos animais às dietas experimentais e quatro dias destinados à coleta de dados e amostras de leite.

2.2 ANIMAIS, TRATAMENTOS E DIETAS

Foram utilizadas dez cabras Saanen primíparas com aproximadamente 60 ± 5 dias de lactação e peso vivo médio de $40,0 \pm 4,5$ kg. Os animais foram alojados em baias individuais, providas de cochos, bebedouros e saleiros.

Foram avaliados cinco tratamentos, sendo três diferentes níveis de óleo de soja em dietas com 33% de pedúnculo de caju desidratado, além de uma dieta controle (sem pedúnculo e sem óleo). A proporção de pedúnculo de caju desidratado foi fixada em 33% da MS, tendo como base os resultados de Oliveira (2009).

Os tratamentos avaliados foram:

T1 (controle) - 0% de pedúnculo de caju e 0% de óleo de soja na matéria seca (MS) da dieta

T2 - 33% de pedúnculo de caju e 0% de óleo de soja na MS da dieta

T3 - 33% de pedúnculo de caju e 1,5% de óleo de soja na MS da dieta

T4 - 33% de pedúnculo de caju e 2,5% de óleo de soja na MS da dieta

T5 - 33% de pedúnculo de caju e 3,5 % de óleo de soja na MS da dieta

O acesso à água e ao sal mineral foi *ad libitum*. O consumo voluntário dos nutrientes foi mensurado pela diferença entre o fornecido e as sobras. A oferta de alimentos foi fracionada em duas refeições diárias (8h e 14h), permitindo uma sobra de 10 a 15% do total fornecido.

O pedúnculo de caju foi desidratado ao ar livre depois de retirada castanha e triturado, sendo ensacado e armazenado em local fresco e arejado. A análise de

fenólicos totais , taninos totais e taninos condensados apresentaram tais valores 10, 13; 5,0 e 1,68, respectivamente.

As dietas (Tabela 1), isoprotéicas e isoenergéticas, foram calculadas para atender às exigências de manutenção e produção de leite de cabras em lactação, pesando aproximadamente 40 kg e com produção média de 1,5 kg de leite/dia, conforme o NRC (2007). Para o cálculo assumiu-se um ganho de peso médio diário de 20 g/cabra/dia e teor de gordura e proteína do leite de 4,0 e 2,8%, respectivamente.

Tabela 1. Formulação e composição química das dietas experimentais, expressa em percentual da matéria seca.

Alimento	Controle	0% de óleo de soja	1,5% de óleo de soja	2,5% de óleo de soja	3,5% de óleo de soja
Composição em alimentos					
Capim-elefante	44,51	27,76	30,74	32,73	34,72
Milho	41,97	28,91	28,91	23,98	17,80
Farelo de soja	12,52	9,61	9,94	10,15	10,37
Pedúnculo de caju	0,0	33,00	33,00	33,00	33,00
Calcário calcítico	1,003	0,722	0,671	0,637	0,603
Óleo de soja	0,0	0,0	1,5	2,5	3,5
Composição químico bromatológica					
Nutriente					
MS (%)	54,32	62,42	61,94	60,52	59,14
PB (%)	13,11	13,73	13,35	13,29	13,33
EE (%)	2,85	3,5	5,43	6,28	7,18
FDN (%)	41,75	42,08	43,90	44,38	45,62
FDNf (%)	31,9	19,9	22,0	23,5	24,9
EM (Mcal/kg)	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53
Ca (%) *	0,62	0,45	0,44	0,44	0,43
P (%) *	0,31	0,23	0,22	0,22	0,22

MS - Matéria seca; PB - Proteína bruta; EE - Extrato etéreo; FDN - Fibra em detergente neutro; FDNf - Fibra em detergente neutro oriunda de forragem; EM - Energia metabolizável; Ca - Cálcio; P - Fósforo.
*Estimados com valores de tabela

2.3 COLETAS DAS AMOSTRAS E ANÁLISES

2.3.1 Sobras e alimentos

A coleta de sobras de cada animal e de alimentos (pedúnculo de caju, Capim-elefante e concentrado) foi realizada durante quatro dias consecutivos, as quais foram levadas à estufa de ventilação forçada a 65°C durante 72 horas, para a realização da pré-secagem. Em seguida, todas as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey, marca TECNAL®, utilizando-se peneira com malha de 1 mm. Nas amostras pré-secas, determinou-se a matéria seca (MS), por secagem em estufa a 105°C durante 24 horas, extrato etéreo (EE), utilizando extrator de Soxhlet e hexano como solvente, seguindo técnicas descritas pela Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1990); matéria orgânica, por incineração em mufla a 550°C durante 4 horas (AOAC, 1998). O teor de nitrogênio total (N) foi determinado pelo método Kjeldahl utilizando as técnicas descritas em AOAC (1998) para conversão dos valores de N em proteína bruta (PB) foi utilizado o fator de correção 6,25. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados segundo Van Soest et al. (1991). O teor de carboidratos totais (CT) foi obtido pela fórmula: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$, conforme sugerido por Sniffen et al. (1992).

2.3.2 Fezes e Urina

A digestibilidade aparente foi determinada de forma indireta, usando marcador. Para tanto, as amostras de fezes foram coletadas em três dias consecutivos via ampola retal, nos horários de 09:00, 11:00, 13:00 e 15:00h para determinação da digestibilidade aparente. Essas amostras a cada dia foram imediatamente congeladas, formando ao final dos três dias uma composta por animal, a qual foi pré-seca e então processada em moinho do tipo Willey, com peneira de malha de 1 mm.

Para estimar o volume fecal, foi utilizada a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como marcador interno. A partir do indicador foram determinados os coeficientes de digestibilidade total da MS, MO, PB, EE, FDN e CT. Os valores de FDNi foram obtidos utilizando três ovinos fistulados no rúmen, alimentados com dieta à base de capim-elefante e tendo uma relação volumoso:concentrado de 60:40, sendo o concentrado à base de farelo de soja e milho, como segue abaixo.

Foram incubadas em sacos ANKOM[®], em proporção de 20 mg/cm², amostras de alimentos (pedúnculo de caju, rações e Capim-elefante), de sobras e fezes durante um período de 240 horas. Após este período, foram retirados, lavados em água corrente e tratados com solução de FDN (Van Soest *et al.*, 1991) por uma hora, sendo então lavados com água quente e acetona, secos por 72 horas em estufa de ventilação forçada à 60°C e posteriormente em estufa não ventilada a 105°C por 45 minutos, acondicionados em dessecador e pesados segundo a metodologia de Casali et al. (2008).

Para determinação do balanço de nitrogênio, a produção total de urina foi estimada por meio da concentração de creatinina urinária como marcador interno, determinada calorimetricamente utilizando-se um Kit comercial (Lab Test[®]). A produção foi estimada pela equação: Volume urinário = (26,05 x PV) /concentração creatinina amostra spot (mg/L), segundo Fonseca (2004).

Os teores de nitrogênio consumido (NC), nitrogênio excretado nas fezes (NF), nitrogênio excretado na urina (NU) e nitrogênio excretado no leite (NL) foram determinados através da técnica de micro Kjeldahl (AOAC, 1998).

No cálculo do balanço de nitrogênio, considerou-se as quantidades (g/dia) consumidas e excretadas nas fezes, urina e no leite.

A fração de nitrogênio metabólico fecal (Nmetfecal) foi calculada segundo Moore et al. (2004), onde: $N_{metfecal} = (0,0267 \times CMS)/6,25$.

Para o cálculo da quantidade de nitrogênio indigerido (NI), utilizou-se a seguinte equação: $NI = N_{fecal} - N_{metfecal}$.

A quantidade de nitrogênio exógeno (Nuexo) foi calculada utilizando-se a equação: $Nuexo = N_{urinário} - Nuend$, em que: Nuend= nitrogênio urinário endógeno.

O valor de Nuend foi estimada segundo Luo et al.(2004), como: $Nuend = 0,165 \times KgPV^{0,75}$.

O valor biológico da proteína foi então determinado pela fórmula $VB = [(NC - NI) - (NU - NUEn)]/[(NC - NI) \times 100]$.

2.3.3 Determinação de fenóis totais, taninos totais e taninos condensados

As análises do conteúdo de fenóis totais, taninos totais e taninos condensados foram realizadas no laboratório de nutrição da Embrapa Caprinos e Ovinos. Os fenóis

totais e taninos totais foram analisados pelo método colorimétrico Folin–Ciocalteu e os taninos condensados pelo método colorimétrico butanol–HCl/Fe³⁺ seguindo a metodologia de (Makkar, 2003).

2.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi um Quadrado latino 5x5 duplo balanceado para distribuir igualmente os efeitos dos tratamentos e evitar que algum tratamento fosse sempre precedido do mesmo e que apresentasse um efeito residual. Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (2009). O modelo da análise de variância inclui o efeito fixo de tratamento e os efeitos aleatórios de animal, período. Diferenças entre os tratamentos foram avaliadas por meio do teste *Student*, sendo consideradas significativas quando $P < 0,05$. Os tratamentos com inclusão de óleo de soja foram ainda desdobrados nos modelos linear, quadrático e cúbico com significância do coeficiente a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado na Tabela 2, o consumo de matéria seca foi afetado pela presença do pedúnculo de caju na dieta ($P < 0,05$), mas não foi afetado pela associação do pedúnculo de caju e os níveis crescentes do óleo de soja, que não apresentaram efeito significativo quando se observa a regressão em função dos níveis de óleo ($P > 0,05$).

Isto pode ser atribuído ao efeito do tanino sobre a palatabilidade da dieta, ou seja, caracterizada pelo sabor adstringente do complexo entre taninos e glicoproteínas salivares, comprometendo o consumo voluntário (McSweeney et al., 2001).

Tabela 2. Consumo de matéria seca e nutrientes (g/dia) de cabras alimentadas com pedúnculo de caju e níveis crescentes de óleo de soja.

	TRATAMENTO					EPM	P>F	EFEITO		
	T1	T2	T3	T4	T5			L	Q	C
CMS (g/dia)	2123 ^a	1914 ^b	1887 ^b	1947 ^b	1797 ^b	24,6	0,005	0,36	0,29	0,32
CMS (%PV)	5,24 ^a	4,73 ^b	4,73 ^b	4,82 ^{ab}	4,56 ^b	0,027	0,04	0,63	0,48	0,54
CPB (g/dia)	280,4 ^a	268,5 ^{ab}	243,5 ^{bc}	256,0 ^{abc}	237,7 ^c	3,9	0,01	0,13	0,93	0,29
CEE (g/dia)	58,1 ^b	67,2 ^b	97,9 ^b	123,7 ^a	130,0 ^a	1,54	<.0001	<.0001	0,55	0,03
CMO (g/dia)	1919 ^a	1750 ^b	1727 ^b	1780 ^{ab}	1644 ^b	23,0	0,01	0,35	0,29	0,35
CFDN (g/dia)	841,6	781,0	808,3	847,1	801,9	10,5	0,27	0,57	0,27	0,52
CFDN (%PV)	2,12	1,93	2,02	2,10	2,03	0,030	0,28	0,33	0,43	0,64
CCT (g/dia)	1578 ^a	1414 ^b	1385 ^{bc}	1400 ^b	1276,2 ^c	18,9	0,007	0,11	0,23	0,43

CMS - Consumo da matéria seca; CMO - Consumo da matéria orgânica; CPB - Consumo da proteína bruta; CEE - Consumo de extrato etéreo; CFDN - Consumo de fibra em detergente neutro; CCT - Consumo carboidratos totais. **T1** - controle; **T2** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju; **T3** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 1,5% de óleo de soja; **T4** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 2,5% de óleo de soja na dieta; **T5** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 3,5 % de óleo de soja.

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ($P > 0,05$) pelo teste Student

EPM[#] - erro padrão da média; Efeito: L: Linear, Q: Quadrático e C: Cúbico.

* CEE (g/dia) = $68,87 + 19,12x$

Dantas-Filho et al. (2007) obtiveram valores superiores para o consumo de matéria seca ao utilizarem pedúnculo de caju desidratado na dieta de ovinos, segundo os mesmos autores o fato pode ter sido atribuído ao material finamente moído contribuindo em uma taxa de passagem mais rápida do alimento pelo rúmen.

O consumo de proteína bruta diminuiu como um reflexo da diminuição do consumo de matéria seca ($P < 0,05$). A inclusão do óleo de soja reduziu o consumo dos carboidratos totais, visto que este componente dietético foi substituído pela adição de óleo como fonte de energia como pode ver visto na tabela 1 de composição química das dietas ($P < 0,05$).

A suplementação lipídica elevou o consumo de extrato etéreo em comparação aos animais que receberam ração sem óleo, o que era esperado pelo efeito do fornecimento de extrato etéreo proveniente do óleo. Foi observado um efeito linear no consumo de extrato etéreo com o aumento nos níveis de óleo.

O consumo de matéria orgânica foi influenciado pela inclusão do pedúnculo de caju ($P < 0,05$), mas não foi afetado pela associação do pedúnculo de caju e os níveis crescentes do óleo de soja, que não apresentaram efeito significativo quando se observa a regressão em função dos níveis de óleo ($P > 0,05$). Por outro lado, não foi observada influencia dos tratamentos sobre o consumo de FDN ($P > 0,05$).

A digestibilidade da matéria seca, da matéria orgânica e dos carboidratos totais foram afetados pela presença do pedúnculo de caju ($P < 0,05$), assim como diminuíram linearmente em função do aumento do nível de óleo na dieta ($P < 0,05$). (Tabela 3). Um dos principais efeitos da suplementação de lipídios na dieta de ruminantes é sua interferência no ambiente ruminal. Resultados semelhantes foram encontrado por Silva et al. (2007) que observaram redução nas digestibilidade da MO e CT com a utilização de 4,5% óleo de soja na dieta de cabras leiteiras.

A digestibilidade da proteína bruta diminuiu pela inclusão do pedúnculo de caju ($P < 0,05$) bem como pelo aumento no nível do óleo de soja na dieta que resultou numa redução linear da digestibilidade. Dois fatores podem ser observados. Primeiro fator, estar relacionado com a habilidade do tanino presente no pedúnculo de caju em se complexar com as proteínas tornando indisponível para degradação no rúmen (Frutos et al., 2004; Jayanegara e Palupi, 2010). O segundo fator, pode ser justificado pela possível inibição dos ácidos graxos insaturados contidos no óleo de soja sobre as bactérias proteolíticas (Van Soest e Demeyer, 1988).

Tabela 3. Digestibilidade aparente de dietas contendo pedúnculo de caju e níveis crescentes de óleo de soja fornecidas à cabras em lactação

	TRATAMENTO					EPM	P>F	EFEITO		
	T1	T2	T3	T4	T5			L	Q	C
DMS %	61,08 ^a	59,06 ^{ab}	52,4 ^c	54,44 ^{bc}	52,65 ^c	0,77	0,003	0,05	0,27	0,18
DPB %	63,77 ^a	52,54 ^b	40,31 ^c	46,85 ^{bc}	43,71 ^c	1,12	0,0001	0,028 [*]	0,24	0,08
DEE %	66,51 ^c	69,04 ^{bc}	72,31 ^b	78,17 ^a	80,16 ^a	0,60	<.0001	<.0001 ^π	0,51	0,14
DMO %	64,99 ^a	61,47 ^{ab}	55,12 ^c	57,35 ^{bc}	55,43 ^c	0,70	0,001	0,003 [#]	0,23	0,12
DFDN%	42,59 ^a	32,00 ^b	25,24 ^b	28,8 ^b	27,34 ^b	1,12	0,0003	0,27	0,65	0,56
DCT %	65,09 ^a	62,64 ^a	56,59 ^b	57,30 ^b	54,90 ^b	0,69	0,0001	0,004 [¥]	0,37	0,21

DMS - Digestibilidade da matéria seca; DMO - Digestibilidade da matéria orgânica; DPB - Digestibilidade da proteína bruta; DEE - Digestibilidade de extrato etéreo; DFDN- Digestibilidade de fibra em detergente neutro; DCT- Digestibilidade carboidratos totais.

T1 - controle; **T2** – dieta contendo 33% de pedúnculo de caju; **T3** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 1,5% de óleo de soja; **T4** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 2,5% de óleo de soja na dieta; **T5** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 3,5 % de óleo de soja.

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem (P>0,05) pelo teste de Student

EPM[#] - erro padrão da média; Efeito: L: Linear, Q: Quadrático e C: Cúbico.

*DPB (g/dia) = 49,14 - 1,80x

^πDEE (g/dia) = 69,53 + 3,06x

[#]DMO (g/dia) = 60,04 - 1,42x

[¥]DCT (g/dia) = 61,69 - 2,01x

A digestibilidade da fibra em detergente neutro foi afetado pela inclusão do pedúnculo na dieta (P<0,05). Tais resultados podem ser explicado pela ação dos taninos sobre os microrganismos celulolíticos reduzindo assim a digestão da fibra (McSweeney et al., 2001). Os achados são semelhantes ao de Costa (2008), quando inclui na dieta de cordeiros subproduto de caju verificou-se que o tratamento com 11% a DFDN foi de 53,2, enquanto que os tratamentos com 28 e 33% encontrou 37,5 e 32,5, respectivamente.

Essa baixa digestibilidade da fibra pode ter contribuído com a redução do consumo de matéria seca. Isto é devido à baixa taxa de degradação e lenta passagem pelo retículo-rúmen. Assim, à medida que há acúmulo de digesta os receptores de distensão presentes da parede do retículo-rúmen podem inibir o consumo (Van Soest, 1994; Forbes, 1996).

A digestibilidade do extrato etéreo (DEE) teve um aumento linear pela inclusão do óleo de soja (Tabela 3). Esta resposta estar associado aos ácidos graxos insaturados presentes no óleo de soja, que sendo mais digestíveis estão mais prontamente

disponíveis no intestino delgado para formação de micelas e absorção (Silva et al., 2007; Kozloski, 2002).

Como pode ser observada na Tabela 4, houve diferença significativa para consumo de nitrogênio entre os tratamentos ($P < 0,05$). O efeito dessa diferença foi influenciado pelo consumo de proteína bruta e por sua vez, pelo reflexo do consumo de matéria seca, citado na Tabela 2.

Tabela 4. Consumo, excreção e balanço de nitrogênio por cabras alimentadas com pedúnculo de caju e níveis crescentes de óleo de soja.

	TRATAMENTO					EPM	P>F	EFEITO		
	T1	T2	T3	T4	T5			L	Q	C
CN (g/d)	44,87 ^a	42,96 ^{ab}	38,97 ^{bc}	40,96 ^{abc}	38,37 ^c	0,63	0,01	0,13	0,93	0,29
NL (g/d)	5,98	5,42	5,07	5,33	5,77	0,24	0,74	0,64	0,20	0,74
NF (g/d)	16,64 ^b	20,34 ^a	22,22 ^a	21,59 ^a	21,00 ^a	0,49	0,01	0,31	0,53	0,74
NMF (g/d)	8,82 ^a	7,95 ^b	7,86 ^b	8,11 ^b	7,48 ^b	0,102	0,05	0,38	0,27	0,34
NI (g/d)	7,76 ^b	12,39 ^a	15,16 ^a	12,48 ^a	13,53 ^a	0,491	0,01	0,15	0,49	0,76
NU (g/d)	11,00 ^a	7,3 ^b	6,60 ^b	6,84 ^b	6,54 ^b	0,026	<0,001	0,73	0,70	0,63
NUEx (g/d)	8,40 ^a	4,64 ^b	3,94 ^b	4,18 ^b	3,92 ^b	0,26	<0,001	0,73	0,69	0,63
NUEn (g/d)	2,65	2,65	2,62	2,66	2,62	0,091	0,98	0,81	0,66	0,44
BN (g/d)	11,93 ^a	9,86 ^{ab}	4,54 ^c	6,25 ^{bc}	6,35 ^{bc}	0,81	0,03	0,16	0,45	0,40
VB (g/dia)	44,93 ^a	42,96 ^{ab}	39,45 ^{bc}	40,88 ^{abc}	38,0 ^c	0,655	0,01	0,13	0,93	0,29

NC – nitrogênio consumido; NF – nitrogênio excretado nas fezes; NU – nitrogênio excretado na urina; NL – nitrogênio excretado no leite; NMF – nitrogênio metabólico fecal; NI – nitrogênio indigerido; NUEn – nitrogênio urinário excretado de origem endógena; NUEx – nitrogênio urinário excretado de origem exógena; BN – balanço de nitrogênio; VB – valor biológico da proteína.

T1 - controle; **T2** – dieta contendo 33% de pedúnculo de caju; **T3** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 1,5% de óleo de soja; **T4** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 2,5% de óleo de soja na dieta; **T5** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 3,5 % de óleo de soja.

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ($P > 0,05$) pelo teste de Student

EPM[#] - erro padrão da média; Efeito: L: Linear, Q: Quadrático e C: Cúbico.

A excreção de nitrogênio indigerido nas fezes também aumentou pela presença de pedúnculo de caju na dieta ($P < 0,05$), mas não foi afetado pela associação do pedúnculo de caju e os níveis crescentes do óleo de soja. Por outro lado, a perda de nitrogênio urinário exógeno foi menor nos tratamentos com inclusão do pedúnculo de

caju ($P < 0,05$). Estes resultados indicam que o efeito do tanino na dieta pode ter levado a um aumento da complexação com as proteínas, carreando-as e aumentando as perdas de N nas fezes. Esta menor absorção pode ter acionado os mecanismos de conservação do nitrogênio, reduzindo a perda de N via urinária.

Achados nessa pesquisa são semelhantes com autores Dawson et al. (1999) e Carulla et al. (2005) verificaram que tanino na dieta de ruminantes reduziu amônia ruminal em virtude de menos proteína degradada no rúmen, com maior perda de N nas fezes e menos perda de N via urinária .

A excreção de nitrogênio urinário endógeno e o nitrogênio excretado no leite não foram afetados pelos tratamentos ($P > 0,05$).

Houve uma redução no balanço de nitrogênio ($P < 0,05$), no entanto as exigências dos animais foram atendidas pelo balanço de nitrogênio positivo. O valor biológico foi afetado pelos tratamentos ($P < 0,05$) indicando menor aproveitamento da proteína alimentar pelo animal, principalmente nos tratamentos com 1,5% de óleo de soja e com 3,5 de óleo de soja, podendo ser atribuído ao grande desperdício de nitrogênio indigerido nas fezes.

4. CONCLUSÕES

A associação do pedúnculo de caju com o óleo de soja pode ser utilizada como estratégia na alimentação de caprinos leiteiros sem afetar o consumo.

O uso de estratégias baseada na associação de óleo de soja e pedúnculo de caju deve considerar a redução na digestibilidade, em especial da proteína bruta, que devem ser equilibradas por meio do balanceamento de nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15 ed. Washington D.C., 1990, 1441p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC-. **Official methods of Analysis**. 16 ed. Gaithersburg, MD, 1998.
- BOMFIM, M. A. D.; QUEIROGA, R. C. R. E.; AGUILA, M. B.; FISBERG, M.; RODRIGUES, M. T.; SANTOS, K. M. O. DOS; LANNA, D. P. Abordagem multidisciplinar de P,D&I para o desenvolvimento de produto lacteo caprino com alto teor de CLA e alegacao de propriedade funcional. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, v. 40, p. 98-106, 2011.
- CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUE, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.
- CARRULA, J. E.; KREUZER, M.; MACHMULLER, A.; HESS, H. D. Supplementation of *Acacia mearnsii* tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 56, n.9, p. 961-970, 2005.
- COSTA, J. B. **Avaliação nutricional de dietas contendo quatro níveis de inclusão e dois graus de moagem do subproduto do caju (*Anacardium occidentale* L.) em ovinos**. 2008. 93 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
- DANTAS FILHO, L. A.; LOPES, J. B.; VASCONCELOS, V. R.; OLIVEIRA, M. E.; ALVES, A. A.; ARAÚJO, D. L. C.; CONCEIÇÃO, W. L. F. Inclusão de polpa de caju desidratada na alimentação de ovinos: desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.147-154, 2007.
- DAWSON, J. M.; BUTTERY, P. J.; JENKINS, D.; WOOD, C.D.; GILL, M. Effects of dietary quebracho tannin on nutrient utilisation and tissue metabolism in sheep and rats. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, p. 1423-1430, 1999.
- FONSECA, C. E. M. **Proteína bruta em dietas de cabras em lactação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 108p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2004.
- FORBES, J. M. Integration of regulatory signals controlling forage intake in ruminants. **Journal Animal Science**, v. 74, n,12, p. 3029-3035, 1996.

- FRUTOS, P.; HERVÁS, G.; GIRÁLDEZ, F. J.; MANTECÓN, A. R. Review. Tannins and ruminant nutrition. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.2, n.2, p. 191-202, 2004.
- JAYANEGARA, A.; PALUPI, E. Condensed Tannin Effects on Nitrogen Digestion in Ruminants: A Meta-analysis from *in Vitro* and *in Vivo* Studies. **Media Peternakan**, 2010.
- KOZLOSKI, G.V.; Bioquímica microbiana ruminal. In: KOZLOSKI, G.V. (Ed.). **Bioquímica dos ruminantes**. 1ed. UFSM, 2002. p. 11-66.
- LUO, J.; GOETSCH, A. L.; MOORE, J. E.; JOHNSON, Z. B.; SAHLU, T.; FERRELL, C. L.; GALYEAN, M. L.; OWENS, F. N. Prediction of endogenous urinary nitrogen of goats. **Small Ruminant Nutrition**, v.53, n.3, p.293-308, 2004.
- MAKKAR, H. P. S. **Quantification on tannins in tree and shrub foliage**. London: Published by Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 1-3. (A laboratory Manual).
- MOORE, J. E., GOETSCH, A. L., LUO, J.; OWENS, F. N.; GALYEAN, M. L.; JOHNSON, Z. B.; SAHLU, T.; FERRELL, C. L. Prediction of fecal crude protein excretion of goats. **Small Ruminant Nutrition**, v.53, n.3, p.275-292, 2004.
- MCSWEENEY, C. S.; PALMER, B.; MCNEILL, D. M.; KRAUSE, D.O. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 91, n.1, p. 83-93, 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.406p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D.C.: National Academy Press. 2007. 362 p.
- OLIVEIRA, S. Z. R.; BOMFIM, M. A. D.; LEITE, E. R.; CÂNDIDO, M. J. D.; OLIVEIRA, L. S.; FONTELES, N. L.O.; PEREIRA, M. S. C.; MAPURUNGA, P. A. Consumo e produção leiteira de cabras alimentadas com níveis crescentes de farelo desidratado do pedúnculo do caju (*anacardium occidentale* l.). In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, ZOOTEC, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2008. CD-ROM.
- OLIVEIRA, S. Z. R. **Substituição parcial da silagem de sorgo pelo pedúnculo de caju desidratado na alimentação de cabras em lactação**. Universidade Federal do Ceará (Dissertação de Mestrado em Zootecnia), 2009, 69p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS – Institute Inc. 2009. SAS OnlineDoc. V8. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- SILVA, M. M. C.; RODRIGUES, M. T.; RODRIGUES, C. A. F.; BRANCO, R. H.; LEÃO, M. I.; MAGALHÃES, A. C. M.; MATOS, R. S. 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, 2007.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.

VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P. N. (Ed.) **The ruminal microbial ecosystem**, p.387- 443,1988.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

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

VASTA, V.; MELE M.; SERRA, A.; SCERRA, M.; LUCIANO, G.; LANZA, M.; PRIOLO, A. Metabolic fate of fatty acids involved in ruminal biohydrogenation in sheep fed concentrate or herbage with or without tannins. **Journal Animal Science**, v. 87, n. 8, p. 2674–2684, 2009.

**CAPÍTULO III - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAL,
POTENCIAL ANTIOXIDANTE E PERFIL LIPÍDICO DO LEITE DE CABRAS
SAANEN ALIMENTADAS COM PEDÚNCULO DE CAJU E NÍVEIS
CRESCENTES DE ÓLEO DE SOJA**

RESUMO

O objetivo com este trabalho foi avaliar o efeito do pedúnculo de caju e sua associação com níveis crescentes de óleo de soja sobre os constituintes, perfil lipídico, sensorial e potencial antioxidante do leite de cabra. Foram utilizados 10 animais em lactação em um delineamento experimental em Quadrado Latino 5×5 duplo balanceado. Os tratamentos foram: T1 (controle) – 0% de óleo de soja e 0% de pedúnculo de caju; T2 - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 0% de óleo de soja. T3 - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 1,5% de óleo de soja; T4 - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 2,5% de óleo de soja; T5 - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 3,5% de óleo de soja. A produção de leite diminuiu somente no tratamento com maior inclusão de óleo de soja (3,5%) ($P < 0,05$). Este comportamento não foi observado quando a produção de leite foi corrigida para 4% de gordura, não são de observando diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$). O teor de sólidos totais e de gordura do leite aumentaram linearmente em resposta ao aumento do nível de óleo na dieta ($P < 0,05$). Com relação aos demais componentes do leite, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$). A inclusão do óleo de soja modificou o perfil de ácidos graxos do ponto de vista nutricional, com um aumento do ácido esteárico e diminuição do ácido mirístico e palmítico, além do aumento do CLA. A inclusão do pedúnculo de caju não influenciou o perfil de ácidos graxos nem tampouco o potencial antioxidante do leite ($P > 0,05$). Por outro lado, a adição de níveis crescentes de óleo de soja reduziu de forma linear a atividade antioxidante do leite ($P < 0,05$). Com relação ao atributo de sabor do leite foi verificada diferença significativa ($P < 0,05$) do tratamento pedúnculo de caju + 1,5 % de óleo de soja em relação ao tratamento controle. Por outro lado, a inclusão de óleo em níveis superiores a 1,5% não afetaram o sabor do leite ($P > 0,05$). Pode-se concluir que a adição de pedúnculo de caju em associação com o óleo de soja não promove alterações no perfil lipídico da gordura do leite ou atividade antioxidante do leite e que a maior participação de ácidos graxos insaturados na gordura láctea aumenta sua susceptibilidade à oxidação.

Palavras-chave: CLA, lipídios, sabor, tanino.

ABSTRACT

PHYSICO-CHEMICAL AND SENSORY TRAITS, ANTIOXIDANT POTENTIAL, AND LIPID PROFILE OF MILK FROM GOATS FED SAANEN CASHEW APPLE AND INCREASING LEVELS OF SOYBEAN OIL

The aim of this study was to evaluate the effect of the cashew apple and its association with increasing levels of soybean oil on milk constituents, lipid profile, sensory and antioxidant potential of goat milk. Ten lactating goats were used in a randomized Latin Square 5×5 double balanced. The treatments were: T1 (control) – diet containing 0% of cashew apple and 0% soybean oil; T2 - diet containing 33% of cashew apple and 0% soybean oil; T3 - diet containing 33% of cashew apple and 1.5% soybean oil; T4 - diet containing 33% of cashew apple and 2.5% soybean oil; T5 - diet containing 33% of cashew apple and 3.5% soybean oil. Milk production decreased only at the highest level of soybean oil ($P < 0.05$). This behavior was not observed when the milk production was corrected to 4% fat ($P > 0.05$). Total solids and fat content increased linearly in response to increased oil level in the diet ($P < 0.05$). Including soybean oil in the diet changed fatty acid profile, reducing mostly short and medium chain fatty acids and increasing long chain and conjugated linoleic fatty acids. Inclusion cashew apple in the diet did not affect milk fatty acid profile and antioxidant activity. Increasing levels of soybean oil reduced linearly the antioxidant activity of milk ($P < 0.05$). It was observed significant difference ($P < 0.05$) in milk flavor attribute with cashew apple and cashew apple + 1.5% of soybean oil, in comparison to the control group. The inclusion of soybean oil at levels above 1.5% did not affect the flavor of milk ($P > 0.05$). In conclusion, add cashew apple in association with soybean oil did not improve the milk fatty acid profile or antioxidant activity and higher concentration of unsaturated fatty acid in the milk's fat increase its susceptibility to oxidation.

Keywords: CLA, lipids, flavor, tannin.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o leite de cabra e seus derivados são comercializados a um valor superior ao leite de vaca quando comparado a outros países. No Brasil a diferença pode chegar até 220% de acréscimo para o leite de cabra (Cordeiro e Cordeiro 2009). Este é um dos aspectos que reduz a competitividade deste produto e as oportunidades de ampliação de mercado. No entanto, a agregação de valor aos produtos dos pequenos ruminantes representa uma das alternativas para ampliar as oportunidades de mercado do leite, especialmente quando se agrega propriedades que associam nutrição e saúde, uma vez que há uma demanda crescente por alimentos funcionais e valorização destes produtos (Bomfim et al., 2011).

No leite caprino, a gordura é o componente que mais sofre influência da dieta, com alterações não somente com relação a sua concentração, mas também na composição dos ácidos graxos. Dentre os ácidos graxos de interesse destaca-se o ácido linoléico conjugado (CLA) produzido pela biohidrogenação do ácido linoléico dietético (C18:2) ou pela ação da enzima delta-9 desaturase sobre o ácido vacênico (C18:1, *trans* 11), produto intermediário da biohidrogenação do ácido linoléico da dieta (Corl et al., 2001).

A presença desse grupo de ácidos graxos nos produtos de origem animal, como o leite e carne, depende que esses ácidos graxos insaturados estejam presentes na dieta. Pesquisas recentes demonstraram que a presença do tanino favoreceu um aumento significativo da concentração de CLA e de ácidos graxos poli-insaturados no músculo de ovinos (Vasta et al., 2009). Estes achados abrem outra possibilidade nesta área, uma vez que vários alimentos alternativos para ruminantes, ricos em polifenólicos (taninos), estão disponíveis no Nordeste brasileiro e podem ser usados para este fim, com destaque para o pedúnculo de caju.

A adição de fontes lipídicas ricas em ácido linoléico na alimentação, reconhecidamente resulta em mudanças na composição dos ácidos graxos do leite e podendo elevar o teor de CLA (Chilliard et al., 2003). Portanto, a associação de fontes lipídicas e fontes de taninos pode ser uma estratégia efetiva de elevação do CLA no leite.

Dessa maneira, objetivou-se neste estudo avaliar o efeito da inclusão do pedúnculo de caju e óleo de soja na dieta de cabras da raça Saanen sobre a composição físico-química, perfil lipídico, sensorial e antioxidante do leite de cabra.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL E PERÍODO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no Centro Tecnológico de Produção de Leite de Cabra da Embrapa Caprinos e Ovinos, localizado em Sobral, Ceará entre os meses de abril a agosto de 2011. O período experimental teve duração de 120 dias, divididos em cinco períodos de 24 dias, sendo 20 de adaptação dos animais às dietas experimentais e quatro destinados à coleta de dados e amostras.

2.2 ANIMAIS, TRATAMENTOS E DIETAS

Foram utilizadas dez cabras Saanen primíparas com aproximadamente 60 ± 5 dias de lactação, peso vivo médio de $40,0 \pm 4,5$ kg. Os animais foram alojados em baias individuais, providas de cochos, bebedouros e saleiros.

Os tratamentos foram três diferentes níveis de óleo de soja em dietas com 33% de pedúnculo de caju desidratado, além de uma dieta controle (sem pedúnculo e sem óleo). A proporção de pedúnculo de caju desidratado foi fixada em 33% da MS, tendo como base os resultados de Oliveira (2009).

Os tratamentos avaliados foram:

T1 (controle) - 0% de pedúnculo de caju e 0% de óleo de soja na matéria seca (MS) da dieta

T2 - 33% de pedúnculo de caju e 0% de óleo de soja na MS da dieta

T3 - 33% de pedúnculo de caju e 1,5% de óleo de soja na MS da dieta

T4 - 33% de pedúnculo de caju e 2,5% de óleo de soja na MS da dieta

T5 - 33% de pedúnculo de caju e 3,5 % de óleo de soja na MS da dieta

O acesso à água e ao sal mineral foi *ad libitum*. O consumo voluntário dos nutrientes dietéticos foi mensurado pela diferença entre o fornecido e as sobras. O arraçoamento dos animais foi fracionado em duas refeições diárias (8h e 14h), permitindo uma sobra de 10 a 15% do total fornecido.

As dietas (Tabela 1), isoprotéicas e isoenergéticas, foram calculadas para atender às exigências de manutenção e produção de leite de cabras em lactação, pesando aproximadamente 40 kg e com produção média de 1,5 kg de leite/dia, conforme o NRC (2007). Para o cálculo assumiu-se um ganho de peso médio diário de 20 g/cabra/dia e teor de gordura e proteína do leite de 4,0 e 2,8%, respectivamente

Tabela 1. Formulação e composição química das dietas experimentais, expressa em percentual da matéria seca.

	Controle	0% de óleo de soja	1,5% de óleo de soja	2,5% de óleo de soja	3,5% de óleo de soja
Composição em alimentos					
Capim-elefante	44,51	27,76	30,74	32,73	34,72
Milho	41,97	28,91	28,91	23,98	17,80
Farelo de soja	12,52	9,61	9,94	10,15	10,37
Pedúnculo de caju	0,0	33,00	33,00	33,00	33,00
Calcário calcítico	1,003	0,722	0,671	0,637	0,603
Óleo de soja	0,0	0,0	1,5	2,5	3,5
Composição químico bromatológica					
Nutriente					
MS (%)	54,32	62,42	61,94	60,52	59,14
PB (%)	13,11	13,73	13,35	13,29	13,33
EE (%)	2,85	3,5	5,43	6,28	7,18
FDN (%)	41,75	42,08	43,90	44,38	45,62
FDNf (%)	31,9	19,9	22,0	23,5	24,9
EM (Mcal/kg)	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53
Ca (%) *	0,62	0,45	0,44	0,44	0,43
P (%) *	0,31	0,23	0,22	0,22	0,22

MS - Matéria seca; PB - Proteína bruta; EE - Extrato etéreo; FDN - Fibra em detergente neutro; FDNf - Fibra em detergente neutro oriunda de forragem; EM - Energia metabolizável; Ca - Cálcio; P - Fósforo.
*Estimados com valores de tabela

As cabras foram ordenhadas manualmente duas vezes ao dia (08:00 e 14:00 horas), sendo realizado o controle leiteiro diário através da pesagem do leite para cada animal. Antes de se iniciar a ordenha, foi realizado o “teste da caneca” e limpeza dos tetos com solução de iodo e secagem com papel toalha. Após a retirada do leite os tetos foram imersos em iodo glicerinado seguindo os procedimentos de ordenha higiênica da Embrapa Caprinos e Ovinos (Chapaval et al., 2009).

2.3 COLETAS DAS AMOSTRAS E ANÁLISES

2.3.1 Leite e análises químicas e físicas

A coleta de amostras de leite para análise físico-química dos constituintes lácteos foi realizada durante três dias consecutivos. As amostras de leite foram coletadas pela manhã e tarde para formação de uma amostra composta, respeitando a proporção do leite ordenhado durante cinco dias consecutivos anteriores a semana da coleta. Após este processo o leite foi armazenado em freezer a -20°C para análises posteriores.

As análises físico-químicas do leite foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos e no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Caprinos e Ovinos. O teor de sólidos totais (matéria seca) foi obtido através de secagem em estufa até peso constante, segundo técnicas descritas pela Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1990). A proteína bruta foi determinada a partir do teor de nitrogênio total obtido pelo método de Micro-Kjeldahl, multiplicando pelo fator 6,38; a matéria mineral, em mufla, utilizando as técnicas descritas em AOAC (2003).

A densidade do leite foi determinada com auxílio de termolactodensímetro a 15°C (IAL, 2008), e o teor de gordura do leite foi determinado pelo método Gerber (Brasil, 2005). A lactose foi estimada pela diferença entre os percentuais de matéria seca, gordura, proteína bruta e matéria mineral do leite, como seguem: $\text{Lactose} = \% \text{MS} - (\% \text{G} + \% \text{PB} + \% \text{MM})$.

2.3.2 Determinação do Perfil de Ácidos Graxos

Para análise de perfil de ácidos graxos, a gordura do leite foi extraída usando a técnica Metanol:Clorofórmio segundo o método de Bligh e Dyer (1959) modificado,

onde um mL de leite foi homogeneizado com uma mistura de dois mL de metanol e um mL de clorofórmio durante 1 min para se obter um sistema monofásico. A este sistema foi adicionado um mL de clorofórmio e um mL de água, homogeneizado e centrifugado (5 min a $1663 \times g$). A partir desta etapa, o sistema se torna bifásico sendo que a parte inferior é a fase clorofórmica na qual está diluída a gordura que foi recuperada e transferida. O nitrogênio foi utilizado para evaporar completamente o clorofórmio acarretando na obtenção da gordura purificada.

Os ácidos graxos foram transmetilados de acordo com metodologia descrita por Precht e Molquentin (2000) modificada. A gordura extraída foi dissolvida em um mL de hexano e misturada com 20 μ L de solução de metilato de sódio (2N em metanol). A solução agitada vigorosamente por 3 minutos e centrifugada por um min ($739 \times g$) e 10 mg de sulfatomonohidratado de sódio é adicionado, homogeneizado e centrifugado por dois min. O sobrenadante coletado foi usado para a análises cromatográficas.

Os metil ésteres formados foram separados usando cromatógrafo gasoso (Shimadzu® GC 2010) equipado com detector de chama (FID) e coluna capilar de sílica (Supelco SP-tm-2560, 100 x 0,25mm i.d). Ambos, injetor e detector, foram mantidos a 250°C. A temperatura inicial do forno mantida a 50°C por 3 min, aumentada em 4°C/min até 150°C (mantendo-a por 1 min), e aumentada em 1°C/min até 170°C (mantendo-a por 1 min), então aumentada em 8°C/min até 220°C (mantendo-a por 20 min). Nitrogênio foi o gás de arraste e a pressão do injetor mantida constante a 243,7 kPA. Padrões de referência usados para recuperação e fator de correção para CLA (linoleic acid conjugated methyl ester, Sigma-Aldrich) e outros ácidos graxos individuais (Supelco 37 Component FAME MIX). Os ácidos graxos foram identificados e quantificados pela comparação dos tempos de retenção e áreas de seus picos e seus respectivos padrões.

2.3.3 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Caprinos e Ovinos, em cabines individuais. Inicialmente foi realizado um teste de seleção para formação de painel sensorial treinado com os funcionários da Embrapa Caprinos e Ovinos. Foram aplicados os teste de identificação de sabores (Anexo 1), utilizando-se soluções de sacarose (0,58%); ácido cítrico

(0,04%); cloreto de sódio (0,12%); cafeína (0,02%) e, posteriormente, o teste para reconhecimento de odores (vinagre, água, cebola, alho, orégano, mel, leite de cabra, café, canela, cravo, chocolate em pó, menta, baunilha e goiaba) (Anexo 2). Em seguida foi aplicado o teste da diferença do controle comparando-se leite bovino pasteurizado com o leite caprino e ao leite bovino (integral, desnatado) para treinamento e verificação da percepção sensorial relacionada ao leite.

A análise sensorial foi realizada pelo Teste de Diferença do Controle (Meilgaard et al. 1999) por dezesseis provadores treinados em cabines individuais. Cada panelista recebeu cinco amostras de leite, correspondentes a cada tratamento. As amostras de leite foram apresentadas em copos plásticos codificados com algarismos de três dígitos e servidas à temperatura de refrigeração (10° C). Entre as amostras foi servida água filtrada para limpar o palato. Foi solicitado aos mesmos que atribuíssem notas de 0 a 9 a cada amostra, de acordo com o grau de diferença em relação à amostra controle, considerando o atributo sabor.

As amostras de leite de cada tratamento experimental utilizadas no teste foram compostas com amostras coletadas nos cinco períodos experimentais. O leite foi pasteurizado a 65°C por 30 minutos para realização das análises.

2.3.4 Determinação da atividade antioxidante total (AAT) pelo método ABTS⁺⁺

Para a análise da capacidade antioxidante do leite liofilizado foi realizado procedimento direto, conforme descrito por Serpen et al. (2007), no qual 10 mg de amostra foi transferida para um tubo de centrifugação. A reação foi iniciada pela adição de 6 mL de reagente ABTS previamente preparado pela reação de uma solução de 7 mmol / L aquosa de ABTS com persulfato de potássio 2,45 mmol / L, segundo metodologia descrita por Re et al. (1999).

O material foi centrifugado a 9.200 g em centrífuga (Biofuge stratos / Heraeus Instruments) por dois min e o sobrenadante separado. As leituras foram realizadas com absorvância em 734 nm após exatamente seis min em espectrofotômetro (Gensys 10 S UV – VIS / Thermo Scientific). A capacidade antioxidante foi expressa em mmol de *trolox equivalent antioxidant capacity* (TEAC) por kg de amostra.

2.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi um Quadrado latino 5x5 duplo balanceado para distribuir igualmente os efeitos dos tratamentos e evitar que algum tratamento fosse sempre precedido do mesmo e que apresentasse um efeito residual. Os dados referentes à produção e composição físico-química do leite foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (2009). O modelo da análise de variância incluiu o efeito fixo de tratamento e os efeitos aleatórios de animal e período. Diferenças entre os tratamentos foram avaliadas por meio do teste de *Student*, sendo consideradas significativas quando $P < 0,05$. Os tratamentos com inclusão de óleo de soja foram ainda desdobrados nos modelos linear, quadrático e cúbico com significância do coeficiente a 5% de probabilidade.

Os dados do painel sensorial não apresentaram distribuição normal e foram transformados por meio do procedimento RANK do SAS. Os dados transformados foram então analisados em delineamento inteiramente casualizado usando o procedimento GLM. O modelo incluiu os efeitos fixos de tratamento, período e avaliador, além da interação período \times avaliador. Diferenças entre os tratamentos e o controle foram avaliadas pelo teste de *Dunnet*, sendo consideradas significativas quando $P < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de leite diminuiu somente no tratamento com maior inclusão de óleo de soja (3,5%) ($P < 0,05$). Este fato, associado à falta de efeito significativo da regressão demonstra que não houve um padrão do efeito dos tratamentos com diferentes níveis de óleo, quando comparado ao tratamento controle. Este comportamento desapareceu quando a produção de leite foi corrigida para 4% de gordura, fazendo com que a produção de leite não apresentasse diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$), ou seja, a produção de produção de sólidos (proteína e gordura) não foi alterada, indicando que se o leite for destinado ao processamento, não há qualquer efeito negativo dos tratamentos.

Tabela 2- Produção de leite, leite corrigido para 4% de gordura e constituintes lácteos de cabras alimentadas com dietas contendo pedúnculo de caju e níveis crescente de óleo de soja.

	TRATAMENTO					EPM	P>F	Efeito		
	T1	T2	T3	T4	T5			L	Q	C
Prod. Leite (Kg/dia)	1,250 ^{ab}	1,354 ^a	1,188 ^{abc}	1,084 ^{bc}	1,066 ^c	0,084	0,009	0,22	0,89	0,76
Prod. Leite corrigido 4%	1,053	1,055	1,024	0,969	0,980	0,021	0,60	0,51	0,92	0,97
Cinzas (g/dia)	0,72	0,73	0,74	0,74	0,76	5,22	0,26	0,11	0,47	0,52
Sólidos totais (%)	10,37	10,14	10,93	10,48	11,08	0,109	0,05	0,01 [#]	0,80	0,18
Densidade (g/cm ³)	1030	1030	1029	1030	1030	0,085	0,35	0,53	0,84	0,22
Gordura (%)	2,78 ^b	3,11 ^{ab}	3,15 ^{ab}	3,30 ^a	3,54 ^a	0,072	0,04	0,05 [*]	0,75	0,88
Gordura (g/dia)	35,87	38,64	36,95	35,73	36,91	2,54	0,80	0,80	0,93	0,83
Proteína (%)	3,08	2,94	3,60	3,06	3,40	0,112	0,32	0,55	0,86	0,38
Proteína (g/dia)	38,27	34,95	39,41	33,78	37,06	1,41	0,71	0,91	0,50	0,45
Lactose (%)	3,54	3,36	3,75	3,37	3,75	0,14	0,84	0,64	0,53	0,88

T1 - controle; **T2** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju; **T3** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 1,5% de óleo de soja; **T4** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 2,5% de óleo de soja na dieta; **T5** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 3,5 % de óleo de soja.

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ($P > 0,05$) pelo teste de Student

EPM[#] - erro padrão da média; Efeito: L: Linear, Q: Quadrático e C: Cúbico

*Gordura% = $3,005 + 0,122x$

[#]Sólidos totais% = $10,165 + 0,230x$

Não houve diferença significativa dos tratamentos sobre a densidade, o teor de proteína e lactose do leite ($P>0,05$), o que indica pequena variação de sua composição química. Os valores de densidade encontrados estão situados dentro da faixa normalmente observada para o leite caprino (Fernandes et al., 2008).

A ausência de efeito da suplementação de óleo sobre o teor de proteína do leite está de acordo com o observado em outros trabalhos que avaliaram a composição do leite de cabras (Maia et al., 2006; Fernandes et al., 2008; Queiroga et al., 2010).

De acordo com Gonzalez (2001), dentre os nutrientes presente no leite a lactose é um dos mais estáveis e está associado com a regulação da pressão osmótica, dessa maneira fato que justifica a ausência de efeito dos tratamentos sobre a concentração deste componente.

No entanto, para o teor de sólidos totais, foi observado aumento linear em resposta ao aumento do nível de óleo na dieta. Apesar de serem compostos por gordura, proteína, lactose, vitamina e minerais, os valores de sólidos totais são em grande parte dependente das variações nos teores de gordura do leite (Perez, 2001), nesse sentido podendo ser justificado pelo aumento da gordura do leite ($P<0,05$) que aumentou linearmente com o aumento no nível de óleo da dieta ($P<0,05$).

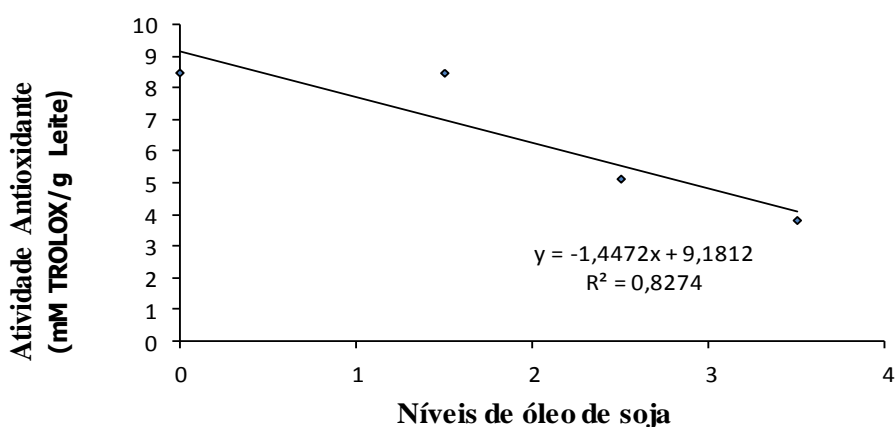
O aumento no teor de gordura no leite de cabra com a suplementação lipídica é muito bem documentado na literatura (Lana et al., 2005; Fernandes et al., 2008). A suplementação com diversas fontes de gordura resulta em aumento do teor de gordura no leite de cabras e de forma contrária ao que ocorre com bovinos. A diferença entre essas duas espécies quanto ao comportamento da suplementação de fonte lipídica esta relacionada com a maior taxa de passagem observada em cabras diminuindo assim o efeito das fontes de lipídios que diminuiriam a lipogênese na glândula mamária, aumentando a gordura do leite de cabras (Chilliard et al., 2003).

Não houve efeito da adição de pedúnculo de caju sobre o potencial antioxidante do leite ($P>0,05$). Por outro lado, foi observado que à medida que se aumentou o nível de óleo de soja na dieta o potencial antioxidante reduziu linearmente como demonstra a figura 2. Apesar de não ter havido diferença significativa dos tratamentos sobre os ácidos graxos insaturados (oléico, linoléico e linolênico), a concentração de ácidos graxos insaturados aumentou com os níveis crescentes de óleo, como pode ser visto na tabela 3. Uma vez que estas moléculas são mais susceptíveis à oxidação, em decorrência a presença das duplas ligações (Frankel, 1991; Ramalho e Jorge, 2006), é muito

provável que o maior teor destas moléculas tenha contribuído para a maior susceptibilidade do leite à oxidação.

Um estudo sobre a composição de bioativos e capacidade antioxidante do pedúnculo de caju e outras frutas tradicionais do Brasil foi realizado por Rufino et al. (2010). Os autores relataram que o caju possui polifenólicos extraíveis totais (118,37 mg EAG /100g peso seco) e flavonóides (63.8 mg/100g peso seco) e potencial antioxidante de 11,2 μmol trolox/g. O fato de não haver diferença do potencial antioxidante em relação ao tratamento controle quando o pedúnculo de caju foi adicionado à dieta e de se observar uma redução com o aumento no nível de óleo, pode-se inferir que as substâncias antioxidantes presentes no pedúnculo de caju não foram transferidas para o leite o que poderia ter elevado a capacidade antioxidante do leite e assim ter reduzido o potencial de oxidação dos ácidos graxos insaturados (Broinizi et al., 2007; Melo et al., 2008).

Figura 2. Representação gráfica do efeito do nível de inclusão do óleo de soja sobre a atividade antioxidante no leite de cabras lactantes.



A avaliação do perfil de ácidos graxos demonstrou que não houve efeito dos tratamentos sobre a concentração dos ácidos graxos de cadeia curta butírico (4:0), capríco (6:0) e caprílico (8:0) ($P > 0,05$) (Tabela 3). Por outro lado, o cáprico (10:0) e o

láurico (12:0) tiveram sua concentração reduzida de forma linear pela inclusão de óleo de soja. O ácido mirístico (14:0) diminuiu sua concentração, somente nos níveis mais altos de inclusão de óleo (2,5% e 3,5%) de óleo de soja, enquanto que o teor de palmítico (C16:0) foi menor somente no último nível de inclusão de óleo de soja (3,5%) ($P>0,05$).

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos de cabras alimentadas com pedúnculo de caju e níveis crescentes de óleo de soja

Ácido Graxo	TRATAMENTOS					EPM	P>F	Efeito		
	T1	T2	T3	T4	T5			L	Q	C
C4:0	1,29	1,50	1,01	1,29	1,33	0,11	0,78	0,49	0,69	0,65
C6:0	1,57	1,97	1,30	1,25	1,44	0,10	0,33	0,35	0,63	0,42
C8:0	1,94	2,28	1,75	1,48	1,62	0,10	0,24	0,21	0,66	0,43
C10:0	8,26	8,60	7,77	5,70	5,82	0,32	0,33	0,08	0,47	0,53
C12:0	4,38	4,15	3,45	2,54	2,54	0,13	0,11	0,03	0,14	0,26
C14:0	11,63 ^a	10,42 ^a	9,99 ^{ab}	8,27 ^b	8,07 ^b	0,26	0,03	0,15	0,44	0,69
C15:0	0,969	0,815	0,774	0,704	0,882	0,04	0,45	0,38	0,55	0,50
C16:0	35,7 ^a	32,3 ^{ab}	30,4 ^{ac}	27,7 ^{bc}	26,4 ^c	0,57	0,04	0,14	0,92	0,97
C16:1	1,02	0,523	0,818	0,610 ^b	0,440	0,11	0,57	0,73	0,82	0,30
C17:0	0,517	0,498	0,539	0,583	0,545	0,01	0,85	0,31	0,35	0,82
C18:0	10,7 ^{bc}	9,79 ^c	13,9 ^{ab}	15,71 ^a	15,49 ^a	0,35	0,01	0,26	0,21	0,81
C18:1n9t	1,173 ^b	0,986 ^b	0,996 ^b	2,17 ^b	3,21 ^a	0,18	0,03	0,02	0,06	0,007
C18:1n9c	20,82	23,01	23,91	31,27	28,7	0,92	0,11	0,09	0,64	0,72
C18:2n6c	1,00	1,15	1,31	1,30	1,20	0,06	0,65	0,44	0,79	0,53
C18:3n6	0,313	0,358	0,439	0,588	0,117	0,02	0,11	0,91	0,07	0,43
C18:3n3	0,159	0,217	0,279	0,188	0,160	0,02	0,76	0,69	0,99	0,93
CLA9c11t	0,525 ^c	0,443 ^c	0,439 ^c	0,830 ^b	1,36 ^a	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
AGS	76,06 ^a	71,85 ^a	71,68 ^a	64,15 ^b	62,30 ^b	0,66	0,04	<0,01	0,51	0,49
AGM	23,20 ^c	25,62 ^c	25,98 ^{bc}	33,67 ^{ab}	35,21 ^a	0,650	0,04	<0,01	0,53	0,94
AGP	1,685	1,867	2,214	2,505	2,481	0,085	0,10	0,02	0,61	0,75
AGI	22,09	29,92	28,86	36,21	34,81	1,124	0,08	<0,01	0,51	0,97

T1 - controle; **T2** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju; **T3** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 1,5% de óleo de soja; **T4** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 2,5% de óleo de soja na dieta; **T5** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 3,5 % de óleo de soja.

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ($P>0,05$) pelo teste de Student

EPM[#] - erro padrão da média; Efeito: L: Linear, Q: Quadrático e C: Cúbico

A diminuição na concentração de ácidos graxos de cadeia média, oriundos da síntese *de novo*, já era esperada com a suplementação lipídica, provavelmente pelo aumento na absorção e secreção de ácidos graxos de cadeia longa oriundos da dieta, e/ou pela redução na síntese de novo dos ácidos graxos a partir, principalmente, do acetato (Chilliard et al., 2000; Grummer, 1991). Achados semelhantes a partir da suplementação lipídicas na redução de ácidos graxos de cadeia média foi encontrado por Fernandes et al. (2008).

Do ponto de vista nutricional, os ácidos graxos mirístico e o palmítico são considerados indesejáveis, pois estão associados ao aumento de colesterol no sangue podendo induzir sérios problemas à saúde humana, em contrapartida o ácido esteárico é uma exceção entre os ácidos graxos saturados, por não estar associado aos níveis de colesterol sanguíneo, pois quando ingerido é metabolizado em ácido oléico (Grummer, 1991; Griinari et al., 1995; Matheson et al., 1996).

Houve um aumento no teor de ácido esteárico (18:0) com a inclusão de óleo de soja ($P < 0,05$) nos dois níveis mais altos (2,5 e 3,5%), o que reflete a biohidrogenação de ácidos graxos insaturados de 18 carbonos presentes no óleo de soja (Jenkins et al., 2007).

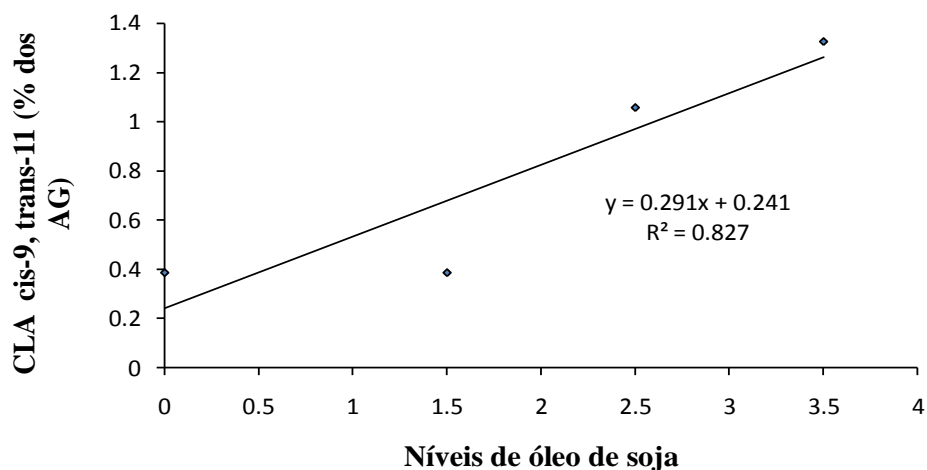
As concentrações dos ácidos linolêicos (18:2n-6) e linolênicos (18:3n-3) não foram influenciadas pelos tratamentos ($P > 0,05$). Por outro lado, o ácido rumênico (C18:2 *cis*-9, *trans*-11), principal isômero do CLA, aumentou em resposta ao aumento dos níveis de suplementação de óleo de soja na dieta (Tabela 3).

A manipulação da biohidrogenação ruminal pela suplementação de fontes de óleo vegetal ricos em ácidos graxos insaturados na dieta é uma estratégia a ser utilizada, favorecendo um maior acúmulo de intermediários (CLA e ácido vacênico). O ácido vacênico formado no rúmen serve como substrato para síntese endógena do CLA. Assim, ao alcançarem a corrente sanguínea são transportados para a glândula mamária e pela ação da enzima esteroil coenzima A desaturase (Δ^9 desaturase) responsável por inserir uma ligação *cis* entre o carbono 9 e 10 convertendo em C18:2 *cis*-9, *trans*-11 (ácido rumênico) (Corl et al., 2001; Chilliard e Ferlay, 2004). Dessa maneira, vários resultados já foram reportados com relação ao aumento de ácido rumênico em consequência da suplementação da dieta animal com lipídios ricos em ácidos graxos de cadeia longa (Maia et al., 2006; Eifert et al., 2006).

Por outro lado, a comparação entre os tratamentos controle e aquele com a adição de pedúnculo de caju demonstrou não haver um efeito do pedúnculo de caju sobre o teor de CLA. Esperava-se que os taninos presentes no pedúnculo de caju fossem eficientes em inibir as bactérias responsáveis pela última etapa da biohidrogenação, ou seja, conversão do ácido vacênico para ácido esteárico (Demeyer e Doreau, 1999). Por meio desta inibição potencializaria um acúmulo de *trans*-11 conhecido como principal substrato para síntese endógena de CLA na glândula mamária pela ação da enzima delta-9 desaturase (Corl et al., 2001), mas este efeito não foi observado.

Tais resultados encontrados nessa pesquisa estão de acordo com Toral et al. (2011), não verificaram alteração importante no perfil dos ácidos graxos poli-insaturados, principalmente do CLA (*cis*-9, *trans*-11) no leite pela adição de extrato de tanino com óleo de girassol na deita de ovelhas em lactação quando comparada a dieta controle que continha óleo de girassol.

Figura 3. Representação gráfica do efeito do nível de inclusão do óleo de soja sobre o teor de CLA (ácido linoléico conjugado) no leite de cabras lactantes.



Foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) no atributo de sabor do leite, nos tratamentos com pedúnculo de caju e pedúnculo de caju + 1,5 % de óleo de soja, em relação ao grupo controle (Tabela 4). Por outro lado, a inclusão de óleo em níveis superiores a 1,5% não afetou o sabor do leite ($P > 0,05$).

Tabela 4. Valores médios do atributo sensorial pelo teste de Diferença do Controle do leite de cabras alimentadas com pedúnculo de caju e níveis crescentes de óleo de soja

Tratamentos	Atributo – Sabor
T2	1,95 *
T3	2,14 *
T4	1,11
T5	1,44
EPM [#]	0,075

T1 - controle; **T2** – dieta contendo 33% de pedúnculo de caju; **T3** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 1,5% de óleo de soja; **T4** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 2,5% de óleo de soja na dieta; **T5** - dieta contendo 33% de pedúnculo de caju e 3,5 % de óleo de soja.

* (P<0, 05); EPM[#] - erro padrão da média.

Há dois fatores devem ser considerados na análise sensorial quanto ao quesito sabor. O primeiro é a possibilidade de excreção de compostos fenólicos no leite das cabras alimentadas com pedúnculo de caju e a segunda é a alteração do perfil lipídico do leite com a suplementação com óleo. Estes resultados parecem indicar que a suplementação de pedúnculo de caju afeta o atributo sabor pela presença de metabólitos como compostos fenólicos, mas que a suplementação com óleo de soja em níveis de 2,5% e 3,5% pode neutralizar este efeito pela mais extensa mudança no perfil de ácidos graxos, que tem forte implicação no sabor do leite.

Dessa maneira, o teste de diferença de controle realizado nessa pesquisa foi possível detectar as diferenças perceptíveis no atributo sabor, mais pesquisas devem ser realizadas para avaliar se os efeitos são positivos ou negativos, por meio do teste de aceitabilidade do consumidor.

4 CONCLUSÕES

O pedúnculo de caju em associação com o óleo de soja pode ser utilizada na dieta de cabras leiteiras sem alterar a qualidade físico-química e produção de leite. O pedúnculo de caju em associação com o óleo de soja não promove alterações no perfil lipídico da gordura do leite de cabras, além daquelas esperadas somente com a suplementação lipídica. A inclusão do pedúnculo de caju na dieta de cabras leiteiras na concentração de 33% da MS da dieta, não agrega nenhum potencial antioxidante ao leite. A maior participação de ácidos graxos insaturados na gordura láctea aumenta sua susceptibilidade à oxidação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC **Official methods of analysis**. 15 ed. Washington D.C., 1990, 1441p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 17 ed. Gaithersburg, MD, USA. 2003.
- BLIGH, E. C., DYER, W. J. A rapid method of total lipid. Extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology** v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- BOMFIM, M. A. D.; QUEIROGA, R. C. R. E. ; AGUILA, M. B.; FISBERG, M.; RODRIGUES, M. T.; SANTOS, K. M. O. DOS; LANNA, D. P. Abordagem multidisciplinar de P,D&I para o desenvolvimento de produto lácteo caprino com alto teor de CLA e alegação de propriedade funcional. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, v. 40, p. 98-106, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico químicos para análises de alimentos**. 4ed. São Paulo: 2005, p.819-877.
- BROINIZI, P. R. B.; ANDRADE-WARTHA, E. R. S.; SILVA, A. M. O.; NOVOA, A. J. V.; TORRES, R. P.; AZEREDO, H. M. C.; ALVES, R. E.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n.4, p. 902 – 908, 2007.
- CHAPAVAL, L.; MORORO, A. M.; SOUSA, A. P. B.; RAMOS, M. O. **Boas práticas agropecuárias na ordenha de cabras leiteiras**. Circular técnico , n. 39, 2009. Online.
- CHILLIARD, Y; FERLAY, A.; MANSBRIDGE, R. M.; DOREAU, M. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, *trans* and conjugated fatty acids. **Annales de Zootechnie**, v. 49, n. 3, p. 181–205, 2000.
- CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J.; LAMBERET, G. 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.
- CORDEIRO, P. R. C.; CORDEIRO, A. G. P. C. Mercado do leite de cabra e de seus derivados. In: FONSECA, J. F.; BRUSCHI, J. H. (Eds.). **Produção de caprinos na região da Mata Atlântica**. Juiz de Fora: Embrapa Caprinos e Ovinos/Gado de Leite, 2009. p.49-58.
- CORL, B. A.; BAUMGARD, L. H.; DWYER, D. A.; GRIINARI, J. M.; PHILLIPS, B. S.; BAUMAN, D. E. The role of D9-desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 12, n. 11 p. 622–630, 2001.

- DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, Wallingford, v.58, n.3, p.593-607, 1999.
- EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; LANNA, D. P. D.; TEIXEIRA, R. M. A.; ARCURI, P. B.; LEÃO, M. I.; MORAIS, M. V.; VALADARES-FILHO, S.C. Perfil de ácidos graxos e conteúdo de ácido linoléico conjugado no leite de vacas alimentadas com a combinação de óleo de soja e fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1829-1837, 2006 (supl.).
- FERNANDES, M. F.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MEDEIROS, A. N.; COSTA, R. G.; BOMFIM, M. A. D.; BRAGA, A. A. 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.
- FRANKEL, E. N. Review: Recent advances in lipid oxidation. **Journal Science Food Agricultural**, v. 54, n.4, p. 495-511, 1991.
- GOMEZ-CORTES, P.; FRUTOS, P.; MANTECON, A. R.; JUAREZ, M.; FUENTE, M. A.; HERVAS, G. Milk Production, Conjugated Linoleic Acid Content, and In Vitro Ruminal Fermentation in Response to High Levels of Soybean Oil in Dairy Ewe Diet. **Journal Dairy Science**, v. 91, n. 4, p. 1560-1569, 2008.
- GONZALEZ, F. H. D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; DURR, J. W.; FONTANELI, R. S. (Eds.) **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: 2001. p.5-22.
- GRUMMER, R. R. Effect of Feed on the Composition of Milk Fat. **Journal Dairy Science**, v. 74, n. 9, p. 3244 – 3257, 1991.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos - 1º Edição digital** (Online ed). São Paulo, Brasil, 2008: Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option%4com>
Acesso em: 14 de setembro de 2012.
- JENKINS, T. C., WALLACE, R. J.; MOATE, P. J.; MOSLEY E. E. BOARD-INVITED REVIEW: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal Animal Science**, v. 86, n. 2, p. 397-412, 2007.
- LANA, R. P.; CAMARDELLI, M. M. L., QUEIROZ, A. C.; RODRIGUES, M. T.; EIFERT, E. C.; MIRANDA, E. N.; ALMEIDA, I. C. C. Óleo de soja e própolis na alimentação de cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.650-658, 2005.
- MAIA, F. J.; BRANCO, A. F.; MOURO, G. F.; CONEGLIAN, S. M.; SANTOS, G. T.; MINELLATA, T. F.; GUINARAES, K. C. 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, 2006.
- MATHESON, B.; WALKER, K. Z.; TAYLOR, D.; PETERKIN, R.; LUGG, D.; O'DEA, K. Effect on serum lipids of monounsaturated oil and margarine in the diet of an Antarctic Expedition. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 63, n. 6, p. 933-938, 1996.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, T. **Sensory Evaluation Techniques** (3 ed.) Boca Raton: CRC Press, Inc., 1999. 416p.
- MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S; LIMA, V. L. A. G; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n.2, p. 193 -201, 2008.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D.C.: National Academy Press. 2007. 362 p.
- OLIVEIRA, S. Z .R. **Substituição parcial da silagem de sorgo pelo pedúnculo de caju desidratado na alimentação de cabras em lactação**. Universidade Federal do Ceará (Dissertação de Mestrado em Zootecnia), 2009, 69p.
- PEREZ, J. R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZALEZ, F. H. D.; DURR, J. W; FONTANELI, R. S. (Eds.) **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: 2001.p.30-45.
- PRECHT, D.; MOLKENTIN, J. Validation of gas-chromatography method for the determination of milk fat by butyric acid analysis. **European Journal Lipid Science the Technology**, v. 102, n. 3, p. 194-201, 2000.
- QUEIROGA, R. C. R. E.; MAIA, M. O.; MEDEIROS, A. N.; COSTA, R. G.; PERREIRA, R. A. G.; BOMFIM, M. A. D. 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.
- RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p.755-760, 2006.
- RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C., Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**. v.26, p.1231-1237, 1999.
- STATISTICAL ANALISYS SYSTEM - SAS – Institute Inc. 2009. SAS OnlineDoc. V8. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- SERPEN, A.; CAPUANO, E; FOGLIANO, V; GÖKMEN, V. A New Procedure to measure the Antioxidant Activity of Insoluble Food Components. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.55, n. 19, p.7676-7681, 2007.

- VASTA, V.; MELE M.; SERRA, A.; SCERRA, M.; LUCIANO, G.; LANZA, M.; PRIOLO, A. Metabolic fate of fatty acids involved in ruminal biohydrogenation in sheep fed concentrate or herbage with or without tannins. **Journal Animal Science**, v. 87, n. 8, p. 2674–2684, 2009.
- TORAL, P. G.; HERVÁS, G.; BICHI, E.; BELENGUER, A.; FRUTOS, P. Tannins as feed additives to modulate ruminal biohydrogenation. Effects on animal performance, milk fatty acid composition and ruminal fermentation in dairy ewes fed a diet containing sunflower oil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 164, n. 3, p. 199-206, 2011.

ANEXOS

Anexo 1 – Teste de identificação de sabores

Nome: _____ Data: _____

TESTE DE IDENTIFICAÇÃO DE GOSTOS

Prove cuidadosamente cada solução e identifique o gosto percebido, preenchendo com o X no quadro do gosto previamente identificado.

Nº da amostra	Doce	Salgado	Amargo	Ácido

Comentário: _____

Anexo 2- Teste de reconhecimento de odores

Nome: _____ Data: _____

TESTE DE RECONHECIMENTO DE ODORES

Aspire à primeira amostra. Identifique o odor e registre na ficha. Aguarde alguns segundos para aspirar à próxima, ou realize o branco cheirando seu braço ou mão inodoros.

Amostra	Descrição do odor	Amostra	Descrição do odor
1		9	
2		10	
3		11	
4		12	
5		13	
6		14	
7		15	
8		16	

Comentários: _____

Anexo 3- Teste de Diferença do Controle

Ficha de Avaliação – Teste de Diferença do Controle

Nome: _____ Data: / /

Você está recebendo uma amostra de leite caprino pasteurizado e 5 amostras codificadas. Analise o sabor da amostra-padrão e, em seguida, analise o sabor de cada uma das amostras codificadas. Utilize a escala abaixo para indicar quanto o sabor de cada amostra codificada difere da amostra-padrão.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

“

“

Nenhuma diferença

extremamente diferente

Amostra**Grau de diferença**

Comentários: _____
