

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**DEGRADABILIDADE RUMINAL *IN VITRO* E DESEMPENHO DE OVINOS
SUPLEMENTADOS COM PINHÃO MANSO**

PEDRO BATELLI DE OLIVEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

**BRASÍLIA/DF
JANEIRO DE 2012**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**DEGRADABILIDADE RUMINAL *IN VITRO* E DESEMPENHO DE OVINOS
SUPLEMENTADOS COM PINHÃO MANSO**

PEDRO BATELLI DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: HELDER LOUVANDINI

CO-ORIENTADORA: CONCEPTA MCMANUS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO: 58/2012

**BRASÍLIA/DF
JANEIRO DE 2012**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**DEGRADABILIDADE RUMINAL *IN VITRO* E DESEMPENHO DE OVINOS
SUPLEMENTADOS COM PINHÃO MANSO**

PEDRO BATELLI DE OLIVEIRA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ANIMAIS,
COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

APROVADO POR:

HELDER LOUVANDINI, PhD (Universidade de São Paulo)
(ORIENTADOR) e-mail: louvandini@cena.usp.br

GERALDO BUENO MARTHA JUNIOR, PhD (EMBRAPA CPAC)
(EXAMINADOR INTERNO) e-mail: geraldo.martha@embrapa.br

ADIBE LUIZ ABDALLA, PhD (Universidade de São Paulo)
(EXAMINADOR EXTERNO) e-mail: abdalla@cena.usp.br

BRASÍLIA, 13 de janeiro de 2011.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

OLIVEIRA, P. B. **Degradabilidade Ruminal *in vitro* e Desempenho de Ovinos Suplementados com Pinhão Manso**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2012, 73 p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passada pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor e seu orientador reservam-se para si os direitos autorais de publicação. Nenhuma parte dessa dissertação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor ou de seu orientador. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA, Pedro Batelli. **Degradabilidade Ruminal *in vitro* e Desempenho de Ovinos Suplementados com Pinhão Manso**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2012, 73p. Dissertação de Mestrado (M) - Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2012.

1. Pinhão Manso. 2. Éster de Forbol. 3. Degradabilidade 4. Desempenho
5. Carcaça 6. Ovinos 7. Destoxificação. I. Louvandini, H. II. PhD.

CDD ou CDU
Agris / FAO

"Não pretendemos que as coisas mudem, se sempre fazemos o mesmo. A crise é a melhor benção que pode ocorrer com as pessoas e países, porque a crise traz progressos. A criatividade nasce da angústia, como o dia nasce da noite escura. É na crise que nascem as invenções, os descobrimentos e as grandes estratégias. Quem supera a crise, supera a si mesmo sem ficar 'superado'. Quem atribui à crise seus fracassos e penúrias, violenta seu próprio talento e respeita mais os problemas do que as soluções. A verdadeira crise é a crise da incompetência... Sem crise não há desafios; sem desafios, a vida é uma rotina, uma lenta agonia. Sem crise não há mérito. É na crise que se aflora o melhor de cada um..."

Albert Einstein, 1879 - 1955

Dedico este trabalho à minha mãe, Teresa Helena Batelli de Oliveira, e aos meus irmãos, Letícia Batelli de Oliveira e Francisco Souza de Oliveira Neto; pelo apoio, muito além do mensurável, fundamental para a realização deste trabalho, assim como todos os outros projetos.

Ao meu pai (in memoriam), Francisco Jorge Mendonça Souza de Oliveira, pelos esforços ilimitados por toda a minha educação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pelo tom da vida e por todas as minhas conquistas;

À Universidade de Brasília, pela infra-estrutura, física e pedagógica, para a conclusão deste curso de mestrado;

Ao CNPq e a CAPES pelo suporte imprescindível a execução dos trabalhos realizados e publicados, por acreditar no projeto e fornecer total apoio ao mesmo e por tornar todos este trabalho possível;

Ao meu orientador Helder Louvandini, por me dar o privilégio de ser seu orientado, pela oportunidade, pela confiança, pelo apoio, pelo incentivo, pela inspiração, pelos ensinamentos, pelas correções (mesmo que a distância nunca faltaram), pelo suporte tanto profissional como moral e emocional, assim como por todo os pivôs incontáveis que fizeram este mestrado ser prazeroso e desafiador;

À minha co-orientadora Concepta McManus, pelo enorme apoio, tanto por providenciar uma infra-estrutura íntegra para a realização do projeto, assim como todos os seus esforços, comprometimento e dedicação às ciências agrária. Além dos mandamentos estatísticos, os quais nos libertam cientificamente;

À Dra. Simone Mendonça, por todo apoio, auxílios, probidade e trabalho árduo que tornaram a execução deste trabalho possível e sem qualquer objeção;

À Embrapa Agroenergia pela estrutura, auxílio na elaboração e fornecimento da torta de pinhão manso;

Aos co-autores desse projeto, mestrandos Paulo de Mello Tavares Lima e Aline Campeche Lopes, pelo empenho e dedicação tornando os dias secos ou chuvosos, natais e passagens de ano na fazenda algo extremamente prazeroso;

À assistência de todos os colegas de curso: doutorandos Adriana Morato de Menezes, Bruno Stéfano Lima Dallago e Geisa Isilda Ferreira Esteves; aos mestrandos e mestres Edgard Franco Gomes, Pauline Galvão Viana e Raphael Saraiva Martins e aos graduandos Caio Cesar Cardoso, Eduardo Brandão, Samara Amador e Tatiana Moraes Barbosa;

Aos funcionários do CMO Antônio Fernandes, Rodrigo "Buiú", Vicente e Gilson pelo apoio com o manejo dos animais e pelas histórias de pescador;

Aos meus avós: Maria Leda Mendonça Souza de Oliveira pelo carinho, compreensão, suporte e maravilhosos dias na praia; Ondina Valim dos Reis Batelli pelo carinho e pela coragem e audácia de mostrar com quantos paus se fazem uma canoa; João Batelli pelo sofrimento com o nosso velho Corinthians e por mostrar que a alegria está nas coisas simples; e Francisco Souza de Oliveira (*in memoriam*) por ser meu precursor nas atividades agropecuárias e meu mestre na filosofia de vida;

À minha mãe, pelo auxílio na condução dos meus estudos e na construção do homem que estou me tornando;

Aos meus irmãos, Letícia Batelli de Oliveira e Francisco Souza de Oliveira Neto pela ajuda com os animais nos finais de semana, pelo apoio nas atividades no laboratório, pelas risadas na mesa e pelo carinho recebido;

Aos meus amigos, Alice Tiemi e Paulo Tavares pelo carinho, pelo incentivo e pelas conversas que me motivaram a continuar com todos os meus planos e minhas decisões.

ÍNDICE

RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	xv
LISTA DE TABELAS.....	xvi
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Ovinocultura no Brasil.....	4
3.2. Raça Santa Inês.....	6
3.3. Uso de confinamento para ovinos.....	7
3.4. Técnica de produção de gás para avaliação de alimentos.....	7
3.5. Pinhão Manso.....	10
3.6. Métodos de destoxificação do pinhão manso.....	12
3.7. Ensaio de toxicidade do pinhão manso.....	15
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
CAPÍTULO 2 - DEGRADABILIDADE RUMINAL <i>IN VITRO</i> DO PINHÃO MANSO (<i>Jatropha curcas</i>).....	23
RESUMO	23
ABSTRACT	24
1. INTRODUÇÃO	25
2. MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1. Local.....	27
2.2. Técnica de produção de gás.....	27
2.3. Determinação da proteína degradada e digerida.....	30
2.4. Análise estatística.....	31
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4. CONCLUSÃO	38
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

CAPÍTULO 3 - DESEMPENHO DE OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS SUPLEMENTADOS COM PINHÃO MANSO (<i>Jatropha curcas</i>).....	42
RESUMO	42
ABSTRACT	43
1. INTRODUÇÃO	44
2. MATERIAL E MÉTODOS	46
2.1. Local.....	46
2.2. Fonte de pinhão manso.....	46
2.3. Prova de desempenho com torta atóxica.....	46
2.4. Abate do primeiro desempenho.....	48
2.5. Prova de desempenho com torta destoxificada.....	50
2.6. Biometria do segundo desempenho.....	51
2.7. Análise estatística.....	52
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
3.1. Desempenho com torta de pinhão manso atóxica.....	53
3.2. Parâmetros Sanguíneos do desempenho com torta de pinhão manso atóxica.....	57
3.3. Desempenho com torta de pinhão manso destoxificada.....	58
3.4. Parâmetros Sanguíneos do desempenho com torta de pinhão manso destoxificada.....	64
4. CONCLUSÃO	67
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÕES.....	73

**DEGRADABILIDADE RUMINAL *IN VITRO* E DESEMPENHO DE OVINOS
SUPLEMENTADOS COM PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas*)**

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial de degradabilidade da torta de pinhão manso (*Jatropha curcas*) de variedades atóxicas e destoxificadas assim como o desempenho e características de carcaça de ovinos alimentados com estas variedades. Para isso, foram realizados dois ensaios *in vitro*, o primeiro de produção de gases (semi-automático), com alimentos volumosos: capim *Brachiaria brizantha*, feno de Coast cross (*Cynodon dactylon*), palha de trigo (*Triticum aestivum*) e concentrados: polpa de macaúba (*Acrocomia aculeata*), farelo de soja (*Glycine max*) e de algodão (*Gossypium hirsutum*) utilizados na dieta de ruminantes e o pinhão manso tóxico e o segundo com as amostras tóxicas, atóxicas e destoxificadas para determinar a proteína degradada no rúmen e digestibilidade pós ruminal da proteína. Foram também realizados dois experimentos *in vivo* de desempenho dos ovinos, que receberam feno de tifton (*Cynodon dactylon*) *ad libitum*, com a inclusão de 20, 40 e 60% de torta de pinhão manso atóxica (1º ensaio: n = 24, 19 ± 0,8 kg PV) e destoxificada (2º ensaio: n = 24, 18 ± 1,3 kg) em relação a proteína bruta do concentrado sem a inclusão da torta - grupo controle (CO). Decorridos 60 dias os animais foram abatidos e suas carcaças avaliadas. O potencial de produção de gases do farelo de pinhão manso foi de 120 mL para 96 horas de fermentação, valor maior apenas que a polpa de macaúba. As características de fermentação do farelo de pinhão manso mostraram que o alimento apresenta algum fator de inibição, podendo ser efeito da presença do éster de forbol, ou das elevadas quantidades de gordura. No ensaio com amostras atóxicas e destoxificadas verificou-se uma limitação das extrusadas com NaOH e Cal (Proteína Degradada no Rúmen = 122 e 198 g/kg MO, respectivamente), contudo a amostra atóxica foi superior as demais com 658 g/kg MO, apresentando bons resultados de degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal sendo possível a sua utilização na dieta de ruminantes. No experimento com a variedade atóxica não houve diferença (P<0,05) entre os tratamentos para ganho em peso médio diário, conversão alimentar e peso vivo ao final, assim como para todos os dados de carcaça. No segundo

desempenho houve 3 perdas no grupo com 60% de inclusão da torta, observando na necropsia: linfonodos mesentéricos edematosos, congestão hepática, dentre outros. Outros animais dos grupos com inclusão da torta apresentaram diarreia, secreção nasal, inapetência, desidratação e dispnéia. O desempenho foi suspenso com 40 dias e após este período experimental, os animais foram pesados e foram feitas as medidas biométricas. Os tratamentos que receberam o pinhão manso destoxificado tiveram desempenho inferior ao controle, havendo diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para ganho peso médio diário, conversão alimentar e peso vivo ao final do experimento assim como para a maioria dos dados da biometria. Desta forma, a torta de pinhão manso atóxica se mostrou promissora para a nutrição de ruminantes até os níveis estudados, no entanto, a detoxificação da torta em 80% para o éster de forbol, não foi suficiente para que os animais tivessem um desempenho satisfatório.

Palavras-chave: carcaça, destoxificação, éster de forbol, nutrição, produção de gás, ruminantes, Santa Inês.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the potential degradability of the physic nut meal (*Jatropha curcas*) and its non-toxic and detoxified samples as well as their performance and carcass characteristics. For this, was performed an *in vitro* gas production test (semi-automatic), with forages: grass *Brachiaria brizantha*, Coast cross hay (*Cynodon dactylon*), wheat straw (*Triticum aestivum*) and concentrates: macaúba pulp (*Acrocomia aculeata*), soybean (*Glycine max*) and cotton (*Gossypium hirsutum*) used in the diet for ruminants and toxic physic nut meal. Other test was performed with toxic, non-toxic and detoxified samples to determine the rumen degradable protein and the intestinal digestion of protein. The potential gas production from the physic nut meal was 120 mL for 96 hours of fermentation, higher only than the macaúba pulp. The fermentation characteristics of physic nut meal showed that the food has some inhibiting factor, which may be the effect of the presence of phorbol ester, or high amounts of fat. In the test samples with non-toxic and detoxified samples shown that was a limitation of extruded with NaOH and Cal (Rumen Degradable Protein = 122 and 198 g/kg OM, respectively). However, the non-toxic sample was 658 g / kg OM, showing good results degradability and intestinal digestibility and possible use in the diet of ruminants. In the trials, the diets fed to animals were Tifton hay (*Cynodon dactylon*) and concentrates formulated to include 20, 40 and 60% nontoxic (1st test: : n=24, 19 ± 0.8 kg BW) and detoxified (2nd test: n=24, 18 ± 1.3 kg BW) physic nut meal in CP and without inclusion of the meal - the control group (CO). After the first assay, the animals were slaughtered and their carcasses evaluated. There were no difference (P<0.05) among treatments for average daily weight gain, feed conversion and body weight at the end of the experiment as well as all data from slaughter. In the second trial there were three losses in the group with 60% inclusion of the meal. Looking at necropsy: edematous mesenteric lymph nodes, liver congestion, among others. Other treatments with inclusion of the pie with diarrhea, runny nose, poor appetite, dehydration, and dyspnea. The performance was suspended after 40 days and subsequent to this assay period, the animals were weighed and

biometric measurements were made. When the treatments that received detoxified physic nut meal was underperformed the control, no difference ($P > 0.05$) between treatments. There were differences ($P > 0.05$) among treatments for average daily weight gain, feed conversion and body weight at the end of the experiment as well as for most biometric data. Thus, the nontoxic physic nut meal has shown considerable promise for ruminant nutrition to the levels studied, however, the detoxification of the meal at 80% for the phorbol ester, was not enough that the animals had a satisfactory performance.

Keywords: carcass, detoxification, gas production, nutrition, phorbol ester, ruminants, Santa Inês.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1

- Figura 1.1. Alteração no efetivo de ovinos nas regiões demográficas do Brasil, no período de 1970 a 2006.....5
- Figura 1.2. Raça Santa Inês confinada em baias individuais.....6

CAPÍTULO 2

- Figura 2.1. Dois tipos de inóculos (bovino e ovino) utilizados na técnica de produção de gás.....28
- Figura 2.2. Registro manual das pressões dos frascos usando-se um transdutor conectado a um amperímetro digital.....29
- Figura 2.3. Volume de gás acumulado após 96 horas de fermentação dos alimentos estudados inoculados em líquido ruminal de bovino.....33
- Figura 2.4. Volume de gás acumulado após 96 horas de fermentação dos alimentos estudados inoculados em líquido ruminal de ovino.....34

CAPÍTULO 3

- Figura 3.1. Preparo para o procedimento de evisceração após a sangria.....49
- Figura 3.2. Carcaça de ovinos após a esfolagem, evisceração e retirada da cabeça e extremidade dos membros.....49
- Figura 3.3. Cortes realizados na meia-carcaça esquerda de um ovino.....50
- Figura 3.4. RCF (%) em função da inclusão da torta de pinhão manso atóxica.....55
- Figura 3.5. Consumo total (g/dia) em função da inclusão da torta de pinhão manso destoxificada.....60
- Figura 3.6. GMD (g/animal/dia) em função da inclusão da torta de pinhão manso destoxificada.....60
- Figura 3.7. Conversão alimentar em função da inclusão da torta de pinhão manso destoxificada.....61
- Figura 3.8. Peso final (kg) em função da inclusão da torta de pinhão manso destoxificada.....63
- Figura 3.9. Circunferência de pernil (cm) em função da inclusão da torta de pinhão manso destoxificada.....63

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 2.1. Análise bromatológica dos alimentos avaliados no primeiro ensaio de produção de gás.....	32
Tabela 2.2. Parâmetros de produção de gás acumulada após 96 horas de fermentação dos alimentos estudados com inoculados de líquidos ruminais de bovino e ovino.....	33
Tabela 2.3. Degradabilidade ruminal em bovino e ovino utilizando a técnica de produção gás.....	35
Tabela 2.4. Resultados de proteína degradada e digerida dos matérias de pinhão manso.....	36

CAPÍTULO 3

Tabela 3.1. Composição bromatológica dos volumosos e concentrados utilizados no primeiro desempenho.....	47
Tabela 3.2. Composição bromatológica dos volumosos e concentrados utilizados no segundo desempenho.....	51
Tabela 3.3. Peso inicial, consumo de matéria seca diária e desempenho de ovinos alimentados com ou sem torta de pinhão manso atóxica.....	53
Tabela 3.4. Características da carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com ou sem torta de pinhão manso atóxica.....	54
Tabela 3.5. Medidas no abate e peso dos cortes da carcaça de ovinos de ovinos Santa Inês alimentados com ou sem torta de pinhão manso atóxica.....	56
Tabela 3.6. Hemograma de ovinos alimentados com ou sem torta de pinhão manso atóxica.....	57
Tabela 3.7. Parâmetros sorológicos de ovinos alimentados com ou sem torta de pinhão manso atóxica.....	58
Tabela 3.8. Peso inicial, consumo de matéria seca diária e desempenho de ovinos alimentados com ou sem torta de pinhão manso destoxificada.....	59
Tabela 3.9. Peso final e biometria no ovinos Santa Inês alimentados com ou sem torta de pinhão manso destoxificada.....	62
Tabela 3.10. Hemograma de ovinos alimentados com ou sem torta de pinhão manso atóxica.....	64
Tabela 3.11. Valores da regressão observada nos valores encontrados no hemograma.....	64

Tabela 3.12. Parâmetros sorológicos de ovinos alimentados com ou sem torta de pinhão manso destoxificada.....	65
---	----

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que os ovinos (*Ovis aries*), com descobertas de fósseis de mais de um milhão de anos, foram domesticados a cerca de 7 a 10 mil anos. A sua disseminação foi estimulada por fatores como atendimento das necessidades de diversas populações, fatores ambientais, o próprio manejo que se adéqua a diversas topografias e climas, assim como a facilidade de domesticação e transporte desses animais. Estima-se que há no mundo cerca de 500 milhões de cabeças de ovinos destinada a produção de carne (FAO, 2007).

De modo recente, verifica-se que os consumidores possuem uma exigência tanto voltada para a qualidade do alimento assim como para o baixo custo, o que obriga a produção atingir níveis superiores de qualidade a baixo custo, implicando numa melhor gestão de recursos, indispensável para obtenção dos resultados desejados e imprescindíveis para a sustentação dos lucros e sustentabilidade do negócio.

Atualmente, utilizam-se tecnologias como: manejos sanitários, manejos nutricionais, automatização e mecanização, melhoramento genético, bioclimatização, rastreabilidade, dentre outras, que se tornam opções de adaptação e otimização para atingir as demandas presentes. Das tecnologias abordadas as que possuem retorno mais rápido e em menor tempo para ser implantado são aos manejos nutricionais e sanitários.

A alimentação dos animais é uma das maiores fontes de despesa, independentemente do tipo de criação, mesmo a pasto ou com ração calculada e balanceada. Ainda no preparo da ração, a utilização de grãos como a soja aumenta o custo da dieta, além de obviamente reduzir a disponibilidade desses alimentos amplamente utilizados na alimentação humana (Medeiros et al., 2002).

Sabe-se que os ruminantes possibilitam o uso de pastagens que se bem manejadas permitem uma boa nutrição a esses animais, porém outro fator recentemente exigido na sociedade é a questão ambiental, o que implica em uso racional das pastagens sem aumento do desmatamento. Dessa forma, com a nova exigência dos consumidores esse modo de criação se torna limitado em expansão. Outro impasse encontrado no uso de pastagens é o manejo da mesma realizado no Brasil. Comparando com países de alta produtividade a pasto como a Nova Zelândia com mais de 500 toneladas de carne ovina por ano (FAO, 2009), percebe-se que esta forma de produção ainda apresenta limitações ao observar a idade de abate e a qualidade da carne produzida.

Dessa forma, vem-se pesquisando novas maneiras de alimentação que possam reduzir o custo e tornar a atividade sustentável, ou seja, uma produção economicamente eficiente com menor impacto no meio ambiente. Atualmente, a produção de biodiesel através de frutos e sementes com alta quantidade de óleo como dendê (*Elaeis guineensis*), manona (*Ricinus communis*), macaúba (*Acrocomia aculeata*) ou mesmo o pinhão manso (*Jatropha curcas*); tem gerado resíduos que podem ser utilizados como adubo, carvão e com as recentes pesquisas até na nutrição animal.

Os ruminantes possuem a capacidade de digerir alta quantidade de fibra, o que torna certos alimentos possíveis de uso, como a torta de pinhão manso. O pinhão manso entra como uma planta tanto para a produção de biodiesel como para a alimentação de ruminantes. Tendo um longo ciclo de vida produtiva (até 40 anos) e destaque na alta produção de óleo (cerca de 3,2 ton. de óleo/ha/ano) e alto valor protéico (30% PB), o pinhão manso começou a ser estudado recentemente, tendo destaque para o Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação de Pinhão Manso da Embrapa Agroenergia.

O pinhão manso é considerado uma espécie em potencial para a produção de biodiesel, mas ainda tem seu uso limitado devida a falta de conhecimento e tecnologias para a produção do mesmo e destinação de seus resíduos. Ressaltando que estes resíduos gerados pelas indústrias de biodiesel apresentam baixo custo pois de um modo geral não são muito utilizados e comumente acabam sendo descartados na forma de carvão ou em adubos de baixa qualidade. Mas, há um uso mais nobre que pode ser dado a alguns desses resíduos, na alimentação animal, principalmente de ruminantes. Entretanto, são indispensáveis pesquisas para avaliar estes alimentos, tanto quanto ao desempenho dos animais e a mudança da características da carne quanto a toxicidade.

2. OBJETIVOS

Objetivou-se neste trabalho avaliar a degradabilidade pela técnica de produção de gás da torta do pinhão manso atóxico e destoxificado, bem como a sua suplementação na dieta de ovinos Santa Inês por meio do desempenho e das características de carcaça.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Ovinocultura no Brasil

A produção de ovinos teve seu início na região Sul do Brasil, devido o seu clima favorável, com a utilização de raças destinadas a produção de lã onde a carne era obtida do abate de animais velhos que eram descartados. Não havia grande conhecimento das raças deslanadas da qual a produção objetivava a carne e couro. Quando a fibra sintética entra no mercado, surge então a crise da lã que levou os produtores buscar raças com dupla aptidão para não haver grandes perdas no mercado de ovinos (Nocchi, 2001).

Portando, no Brasil, as raças deslanadas ganharam importância tendo em vista o crescente mercado de carne ovina, a necessidade de criação de raças em outras regiões no país e a conseqüente queda no mercado têxtil (Martins et al., 2006). Devido a este novo panorama, a população ovina na região Sul do Brasil foi superada pela região Nordeste (Figura 1.1).

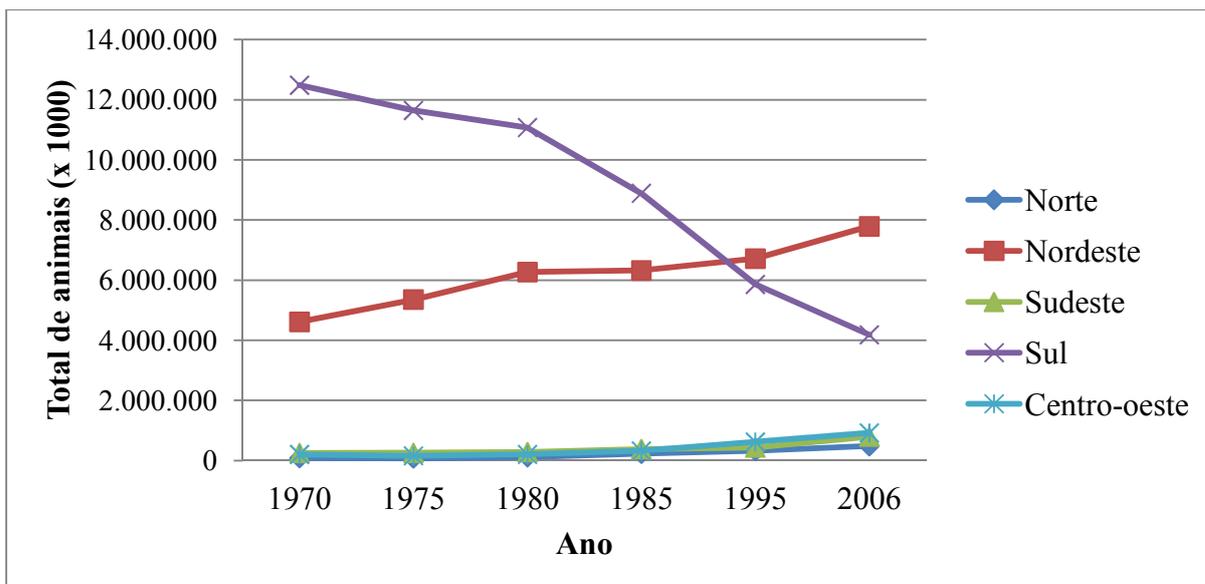


Figura 1.1 - Alteração no efetivo de ovinos nas regiões demográficas do Brasil, no período de 1970 a 2006. Fonte: Adaptado de IBGE (2011).

As regiões Norte, Sudeste e Centro-Oeste apresentaram aumento em suas populações, entretanto as regiões Sul e Nordeste possuem juntas a maior parte do rebanho nacional. Em termos de crescimento da década de 90 a 2006 o Centro-Oeste obteve o maior aumento, superior a 80%. Neste mesmo período observa-se um crescimento de 68%, 71% e 58% para as regiões Sudeste, Norte e Nordeste, respectivamente. Contudo a região Sul apresentou decréscimo superior a 35% obviamente motivado pelo novo mercado da lã e da carne.

Na ovinocultura brasileira a aplicação de tecnologias disponíveis é relativamente baixa se comparada a utilizada em outros sistemas de produção de outras espécies, como frango e suíno (McManus, et al., 2007). O Brasil possui um total de mais de 16 milhões de cabeças, porém o consumo de carne ovina é, em média, 700g/hab./ano. A produção anual desta carne está próxima de 57 mil toneladas (FAO, 2009), mesmo com o aumento do rebanho ovino nacional nestes anos, a produção de carne não consegue atender à demanda interna, sendo obrigatória a importação deste produto. De tal forma, o país é considerado importador do produto e no ano 2000 o Brasil importou mais de 5300 toneladas e em 2003 cerca de 5800 toneladas de carcaças ovinas de cortes diversos (Couto, 2003). Contudo, o país tem todos os atributos necessários tanto para atender as necessidades do mercado consumidor interno quanto para ser um exportador de carne ovina (Simplicio, 2001).

3.2 Raça Santa Inês

Uma raça de ovinos deslanada, com orelhas médias e baixas, que pode ter as diferentes colorações (preta, vermelha, chitada e branca), como na Figura 1.2. É originária do Brasil, a partir do cruzamento entre a raça Bergamácia sobre as raças Morada Nova e Crioulas. Com este cruzamento a raça então aparece com aptidão para carne e pele (Silva Sobrinho, 1997).



Figura 1.2 -Raça Santa Inês confinada em baias individuais. Fonte: Arquivo Pessoal.

Possuem grande porte e são mochos, os machos adultos podem ter o peso médio de 80 a 100 kg e as fêmeas adultas de 50 a 70 kg. As fêmeas possuem acentuada habilidade materna e são prolíferas, com a incidência de partos duplos e excelente capacidade leiteira se bem manejadas. É possível criar esta raça a pasto uma vez que este ofereça boa qualidade da forrageira (Silva Sobrinho, 2001). É uma raça que tem um ganho de peso de 150 a 200 gramas por dia confinados e alta velocidade de crescimento, além de produzir uma carcaça de boa qualidade comparada com as outras raças nacionais (Furosho, 1995; Santos, 2000).

3.3 Uso de confinamento para ovinos

Recentemente, novas estratégias de suplementação animal vem sendo adotadas em oposição aos sistemas tradicionais de criação a pasto, com o propósito de reduzir a idade dos animais para abate e conseqüentemente melhorar a qualidade da carcaça (Macedo et al., 2000). A terminação dos cordeiros em confinamento proporciona uma série de benefícios como a diminuição da mortalidade devida a menor incidência de verminoses e o controle nutricional, gerando assim uma carcaça de melhor qualidade e por conseguinte melhor retorno financeiro ao produtor pelo investimento realizado (Oliveira et al., 1999).

O confinamento de ovinos beneficia diretamente a queda da mortalidade pois há uma diminuição do índice de infecção por endo e ectoparasita (Siqueira, 1996). Outro fator que se pode abolir no uso de confinamentos seria o manejo incorreto das pastagens que por muitas vezes leva a um consumo pelos animais abaixo do ideal com relação à matéria seca e nutrientes.

Contudo, o confinamento apresenta alguns pontos desfavoráveis como o alto custo para implementação, por exemplo as instalações, e própria produção, onde a alimentação é fator determinante no aspecto financeiro, o que leva por muitas vezes não ser utilizado (Oliveira et al., 2002).

Portanto, como a alimentação é um pilar que possui alto custo para o confinamento, para que esse método de criação seja economicamente viável, é necessário que se utilize uma dieta de baixo custo que proporcione alto ganho em corrigir em todos peso vivo, baixa taxa de conversão alimentar, atender as demandas nutricionais dos ovinos e que traga reduzido período de confinamento (Zundt, et al.,2002). Uma maneira de avaliar estas novas dietas para utilização na nutrição de ruminantes em confinamento é a técnica de produção de gás.

3.4 Técnica de produção de gás para avaliação de alimentos

A constante busca por uma técnica laboratorial simples, de baixo custo e confiável para avaliar o valor nutritivo do alimento para ruminantes, levou vários pesquisadores a

desenvolver uma técnica de produção de gás a partir da fermentação. Para desenvolvê-la, os resultados publicados por microbiologistas nos últimos 50 anos forneceram uma importante fonte de informação (Hobson & Wallace, 1982). A degradação microbiana no rúmen é um processo complexo, envolvendo várias interações, tanto entre os microrganismos, como entre as populações microbianas e o hospedeiro (Czerkawski, 1986).

As primeiras técnicas eram como a descrita por Quin, em 1943, que incubou alimentos em frascos hermeticamente fechados e mediu a produção de gás manometricamente. A fim de simplificar esta medição de gás por manometria, El-Shazly & Hungate (1965), mediram a produção de gás pelo uso de uma seringa anexada a um frasco no qual o substrato era fermentado. Eles encontraram padrões característicos da variação das taxas de produção de gás de acordo com o alimento utilizado.

Outro método que consiste no uso de um transdutor para medir a pressão dos gases em garrafas seladas, foi descrito pela primeira vez por Theodorou et al (1991), sendo que o perfil do gás acumulado representa a cinética do processo de fermentação. Atualmente, alguns pesquisadores, como Pell & Schofield (1993), da Universidade de Cornell nos Estados Unidos, utilizam sistemas automatizados e descreveram o uso de sensores de pressão informatizados. Da mesma forma, surgiu uma versão automatizada da técnica com transdutor, relatada por Davies et al. (1995).

Em termos gerais, a técnica utiliza alimentos moídos, um meio anaeróbico e um inóculo (líquido ruminal). Utiliza-se uma pequena quantidade de material, tornando-a adequada para os materiais disponíveis em quantias limitadas como os provenientes de melhoramento de plantas, ensaios e plantas cultivadas sob condições especiais. Desta forma, um grama do alimento triturado a um milímetro (Theodorou et al., 1994) é imerso em uma solução tampão-nutritiva, esta mistura é aquecida à 39°C e o líquido ruminal recém-colhido é adicionado.

A partir deste momento, a produção de gás resultante da fermentação é registrada, quer no final da fermentação ou em intervalos regulares para obter a cinética da fermentação. Um perfil do gás acumulado é traçado a partir dos resultados no final da fermentação. Esta curva reflete a cinética da atividade microbiana no interior da garrafa. A solução é formada por: tamponantes, um agente de redução, uma fonte de nitrogênio, vários minerais e resazurin como um indicador do potencial de oxidação. Em todos os casos, o CO₂ é usado durante a preparação do meio para garantir um potencial oxidante baixo no momento da inoculação. O registro do valor do pH no início e no final da fermentação é recomendável para garantir que a capacidade tampão foi suficiente.

Para se obter um bom inóculo deve-se atentar para as condições sanitárias dos animais doadores e a sua alimentação. Alexander & McGowan (1966) recomendaram que o inóculo deve ser coletado após jejum de pelo menos três animais, os quais foram alimentados com a mesma dieta com volumoso e uma pequena quantidade de concentrado. O líquido ruminal coletado pela manhã é menos ativo, mas é mais consistente em sua composição e atividade (Menke & Steingass, 1988; Williams et al., 1995).

A energia para o crescimento dos microorganismos no rúmen é proveniente da fermentação dos alimentos, especialmente amido e fibra, que são primeiramente divididos em hexoses e pentoses, a partir da qual os principais produtos finais são acetato, propionato e butirato, CO₂ e CH₄ (Wolin, 1975), mas que também fornece carbono essencial para a síntese da biomassa microbiana (Beever, 1993). O CO₂ e o CH₄, que seriam eliminados pelo ruminante por eructação, são os principais gases registrados pela técnica. Esta técnica, conta com a medição da pressão em um recipiente de volume fixo através de um transdutor conectado a um amperímetro digital. Assim pode-se transformar pressão em volume usando as leis empíricas de gás de Boyle e Gay-Lussac.

Os volumes de gás registrados a cada intervalo de tempo são somados para dar um perfil do gás acumulado. Uma série de frascos contendo a solução e o inóculo, mas não o alimento, é incluído em cada execução. O gás total registrado para este branco é subtraído do total produzido no frasco com alimento para obter o total de gás proveniente da fermentação apenas do alimento. Com o uso de uma equação adequada é possível resumir a informação cinética dos alimentos. Várias equações foram desenvolvidas para esta finalidade (Beuvink & Kogut, 1993, France et al., 1993; Groot et al., 1996). A escolha da equação deve observar não apenas considerações matemáticas, mas também o significado biológico dos parâmetros.

O baixo custo da técnica é devido às despesas com as análises laboratoriais serem inferiores aos necessários para manter vários animais, utilizados nas outras técnicas. Os benefícios de usar esta técnica estão relacionados também com a acurácia, simplicidade e a amplitude de informações. Comparada com as outras técnicas para a obtenção da degradabilidade (*in situ* e *in vivo*), a técnica da produção de gás consiste em um método mais simples que apresenta uma menor variação entre as mensurações (Gonçalves, et al., 2001; Maurício et al., 2003).

Além disso, esta técnica é capaz de detectar as diferenças existentes nos alimentos quanto à disponibilidade de nutrientes (Cabral, et al., 2000). Esta técnica também tem sido utilizada para identificar qual é o mecanismo responsável por alterações na fermentação causada por muitos alimentos que contêm fatores antinutricionais. Diversas variações,

combinando diferentes inóculos (Nsahlai et al., 1995) e o uso de agentes de ligação de tanino (Makkar et al., 1995) têm sido usados para determinar o efeito exato de fatores antinutricionais.

Atualmente, muitos trabalhos têm utilizado esta técnica para determinar a cinética da fermentação ruminal e a degradabilidade dos alimentos. A técnica de produção de gases tem sido utilizada a fim de estudar a fermentação ruminal, o efeito de alimentos que possuem metabólitos secundários bioativos, a degradabilidade da matéria orgânica, e até mesmo, no estudo da produção de metano (Abdalla, 2008; Bueno, 2008)

3.5 Pinhão Manso

Ainda é incerta a origem do pinhão manso, mas supõe ser no México e/ou na América Central (Henning, 1995; Heller, 1996). Já Martin e Mayeux (1984) colocaram o estado de Ceará no Brasil como um centro de origem. Foi levado pelos portugueses para as ilhas de Cabo Verde, e daí, foi introduzido na África e na Ásia, sendo registrada sua presença em quase todo o mundo.

O pinhão manso ainda é cultivado em mais de vinte mil hectares no país sendo que mais de 80% desta área foi plantada nos últimos quatro anos. Os principais empregos das tortas, geradas pela produção de biodiesel, são a adubação orgânica, a geração de energia e alimentação animal, esta age como uma ligação entre a produção de biodiesel e a pecuária, agregando valor na cadeia produtiva desta oleaginosa (Mendonça & Laviola, 2009).

Além disto, o emprego deste subproduto na nutrição de ruminantes pode aumentar a produtividade e gerar menor impacto de gases de efeito estufa pelos animais, provocando créditos de carbono e atendendo ao interesse da pecuária com emissão de baixo carbono. Por exemplo, estimativas de inserção extra de 2% de gordura, através do uso de tortas, na dieta de bovinos de leite da Austrália, levariam a um desconto de 12% na emissão de metano por estes animais (Grainger, 2008).

Uma das grandes vantagens do pinhão manso é o seu longo ciclo produtivo que pode chegar a 40 anos e manter a produtividade média de duas toneladas por hectare. O início da produção se dá com as mudas que deve ser feito no período chuvoso ou com uso de irrigação, a muda fica pronta em cerca de 90 dias para então ser transplantada e já no primeiro ano

haverá produção. O pinhão manso apresenta aproximadamente 25% de proteína e 25% de extrato etéreo (Neiva Junior, 2007) e a torta 35% de proteína e quase 10% de gordura, o que indica um bom alimento para os ruminantes.

O ciclo de perene de produção do pinhão manso é formado por 3 fases. Na primeira fase, com o aumento da temperatura e umidade da região, verifica-se o crescimento vegetativo, que ocorre do mesmo modo em uma planta adulta. Após 30 dias, verifica-se o florescimento que depois de 3 meses inicia a segunda fase. Esta fase é marcada pelo crescimento dos frutos que pode durar até seis meses, necessitando de quatro meses de alta umidade e os meses finais secos para a deiscência dos frutos. Com a queda de umidade e/ou diminuição de temperatura o pinhão manso entra numa fase de repouso vegetativo marcado pela perda das folhas, pois esta planta é caducifólia.

O motivo do emprego do pinhão manso para a produção de biodiesel está relacionado com o alto rendimento de óleo por grão, adaptabilidade a diversos climas, a precocidade da produção, a longevidade da planta perene, um uso intensivo de mão de obra, alternativas de diversificação, óleo de excelente qualidade para a produção de biodiesel e a sua não aplicação na alimentação humana.

Entretanto, existem várias limitações quanto ao uso do pinhão manso, tais como: falta de conhecimento e domínio tecnológico sobre a cultura, diversidade genética desconhecida, não existem cultivares, manejo de pragas e doenças desconhecidas, maturação desuniforme afetando a colheita assim como a qualidade do óleo e a presença de fatores antinutricionais, alergênicos e tóxicos.

Acreditava-se que a atividade tóxica do pinhão manso fosse ocasionada especialmente pela ação da curcina, presente em elevada quantidade nas sementes. Contudo, novas pesquisas têm demonstrado que a atividade tóxica das sementes e do óleo do pinhão-manso deve-se principalmente à presença de éster de forbol e não da curcina que, diferentemente da ricina da mamona (*Ricinus communis*), não possui a fração lectina na estrutura (Stirpe et al., 1976; Maciel et al., 2007; Felix et al., 2008).

A ricina assim como a curcina são monômeros, as RIPs (Ribosome-Inactivating-Proteins) ou proteínas inativadoras de ribossomos, e nem todas as RIPs são citotóxicas, pois não atravessam a membrana celular eucariótica. Na verdade, certos tecidos vegetais ricos em

RIPs, como o germe de trigo e o grão de cevada, são largamente consumidos por seres humanos e animais sem nenhum dano celular.

O éster de forbol, derivado de diterpenos tetracíclicos, é uma complexa combinação que apresentam atividades carcinogênicas e ação inflamatória (Makkar et al., 1998; Makkar & Becker, 1999a). Os mecanismos moleculares que conduzem a atividade carcinogênica do éster de forbol são diferentes dos mecanismos que desencadeiam a atividade inflamatória. A atividade carcinogênica está associada à capacidade que o éster de forbol possui de substituir o diacilglicerol na ativação da proteína quinase C, além disso, devido às habilidades de estimular a síntese de proteínas e de ácidos ribonucléico e ácido desoxirribonucléico, comportando-se como agentes mitogênicos. Na atividade inflamatória, o éster de forbol mobiliza fosfolípidios, libera ácido araquidônico e causa a secreção de prostaglandinas, levando a uma resposta inflamatória dos tecidos, principalmente nos intestinos (Evans & Edwards, 1987). A ação inflamatória ocorre mais velozmente e é a primeira observada em animais que consumiram este alimento.

3.6 Métodos de destoxificação do pinhão manso

Com o lançamento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, através da Lei no 11.097 de 13 de janeiro de 2005, o governo incrementou a participação dos biocombustíveis na matriz energética brasileira, sendo fixado o uso inicial de 2% de biodiesel misturado ao diesel. Com isso, o uso da torta destoxificada como insumo para ração animal agregaria valor a esse sub produto do biodiesel. Porém, a torta de pinhão manso apresenta ainda vários componentes tóxicos e alergênicos, com destaque para o éster de forbol que é o grande limitante no uso da torta nas rações para ruminantes. Várias tentativas de destoxificação do pinhão manso foram realizadas.

Aregheore (1998), testou a fim de detoxificar a torta o uso de calor úmido (121 °C por 20 a 30 minutos) e o calor seco, porém houve apenas uma avaliação da curcina sem diferenças entre os métodos utilizados e não houve avaliação com animais. Makkar & Becker (1999b), realizaram testes com as sementes de pinhão manso, tostando-as, verificando uma queda de 50% da curcina e inativaram os inibidores de tripsina, contudo também não foi realizada nenhuma validação com animais. Apesar disso, Makkar & Becker (1999c), utilizaram um

acesso não tóxico, que apesar de não terem avaliado a concentração de éster de forbol, foram feitos dois ensaios animais nos quais um com rato demonstrando eficiência do método térmico e ganho de peso e outro com carpas que receberam material não tratado termicamente e conseqüentemente perderam peso.

Aregheore et al. (2003), utilizaram uma técnica de eficiente na redução do éster de forbol, porém com alto custo. Este método consiste em fazer um tratamento térmico a 120 °C por duas horas e posterior quatro lavagens da amostra com metanol 92%. Apesar da diminuição da concentração do éster de forbol, este material ocasionou perda de peso em ratos.

Em 2006, Chivanti avaliou alguns tratamentos de destoxificação do pinhão manso por hexano e etanol. Este processo foi realizado em série, sendo que, primeiramente o hexano foi utilizado por 8 horas extraíndo-o por aquecimento 3 vezes de 45 minutos a 30 °C e então usado o etanol 95% que foi extraído e dois momentos, 35 °C e 90 °C por 30 minutos. Este material foi testado em suínos (1 a 5% de inclusão na dieta), a partir do 14º dia, os animais apresentaram diarreia, anemia e outras alterações sanguíneas.

Martinez-Herrera et al. (2006), testaram a utilização de irradiação gama para diminuir a concentração de fitato e saponina no pinhão manso. Usaram o método térmico (121 °C por 25 minutos) para neutralizar os inibidores de tripsina, e para diminuir a concentração de curcina e éster de forbol testaram uma extração com etanol 90% por duas horas e tratamento com bicarbonato a 121 °C por 25 minutos. Este método reduziu o éster de forbol em 97%, mas não validado em ensaios animais.

Já em 2008, Rakshit et al., avaliaram o uso de tratamento alcalino juntamente com a autoclavagem por 30 minutos o que inativou 89% do éster de forbol, contudo em ensaio com ratos verificou que estes monogástricos demonstraram diarreia, inapetência e em alguns casos, morte, apesar do tratamento feito.

Recentemente, Abou-Arab & Abu-Salem (2009) avaliaram os já conhecidos efeitos de alguns dos tratamentos biológicos (germinação), físicos (imersão e a torra) e alguns dos tratamentos químicos (com bicarbonato de sódio e outro usando etanol) que foram bem sucedidos em inativar alguns componentes antinutricionais. Nestes ensaios houve uma queda nos componentes: albumina 2S, inibidores de tripsina e curcina, principalmente nos ensaios

com o uso de bicarbonato de sódio, contudo não foi relatada nenhuma queda na concentração do éster de forbol.

Estes métodos já previamente realizados ao longo das pesquisas são: a germinação que consiste em colocar as sementes para germinar em temperatura ambiente (25 ± 2 °C) por 5 dias, mantendo-as em bandejas forradas com papel filtro molhado. As sementes germinadas são secas em forno de ar quente a 40 °C até peso constante. A imersão é feita com as sementes sendo embebidas em água destilada na proporção de 1:10 (água /volume de sementes) em temperatura ambiente (25 ± 2 °C) por 12 h, em seguida, secas em forno de ar quente a 40 °C até peso constante. A torrefação é realizada de acordo com (Yanez et al., 1986) onde as sementes são, assadas em bandejas a 160 °C por 30 minutos.

Os processos químicos são praticados com as sementes inteiras ou a torta residual. Um dos métodos seria o tratamento com solução de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) 0,07% e imediatamente autoclavado a 121 °C por 25 minutos. As amostras então são secas em forno de ar quente a 40 °C. Outro tratamento é extrair com etanol 90% por 2 horas em temperatura ambiente (25 ± 2 °C), mexendo sempre a amostra. O solvente é removido por filtração e o resíduo é seco em estufa de ar quente a 40 °C. Também pode ser feita a combinação dos tratamentos físicos e químicos.

Atualmente, sabe-se que para obter a torta de pinhão manso destoxificada pode-se utilizar as tecnologias de extrusão por solventes e extração com solvente. Porém, existem mais duas maneiras de obtê-lo: tratamento microbiológico e acessos não tóxicos.

Barros, et al. (2011), verificaram que a incubação do *Jatropha curcas*, com três fungos da podridão branca (*Bjerkandera adusta*, *Ganoderma resinaceum* e *Phlebia rufa*), foi capaz de diminuir a concentração de ésteres de forbol, principalmente *B. adusta* e *P. rufa* que reduziu significativamente o éster de forbol ($P < 0,05$). A incubação foi conduzida em frascos Erlenmeyer 250 mL sem agitação a 28 °C por 30 dias. O éster de forbol foi analisado por HPLC em fase reversa depois do procedimento de extração utilizando diclorometano.

Para o uso e melhoria de acessos não tóxicos, destaca-se a necessidade de estudos da herança do caráter, detecção de marcadores específicos e a incorporação dos acessos nos Programas de Melhoramento Genético. Para que assim tenhamos o surgimento dos cultivares não tóxicos de pinhão manso.

3.7 Ensaios de toxicidade do pinhão manso

O pinhão manso é ocasionalmente relatado como causa de envenenamentos em seres humanos, tanto que esta planta ocasionou, de agosto a novembro de 2008, 38 dos 170 envenenamentos por plantas tóxicas em 14 Agências Nacionais de Vigilância Sanitária segundo a Gerência Geral de Toxicologia. Estes casos foram registrados principalmente em Niterói (20) Brasília (12), e Belém (3), no entanto, a ANVISA não inclui dados de todo o território brasileiro. Estes envenenamentos ocorrem principalmente com crianças, em domicílio (60%) e de forma acidental (85% ingestão e 15% tópico). De tal forma, o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX)/FIOCRUZ considera que o pinhão manso é uma das 16 plantas no Cartaz de Plantas Tóxicas do Brasil.

Não existe antídoto para a intoxicação, sendo recomendada lavagem estomacal caso o tratamento se de logo após a ingestão. A hidratação deve ser enérgica e precoce, e outras medidas de suporte costumam ser eficientes (com uso de antieméticos e antiespasmódicos), sendo que a alta se dá em torno de 48 horas. A sintomatologia clínica - vômito, diarreia e miose (constricção da pupila) - poderia ser confundida com intoxicação por organofosforados. O óleo tem efeito purgativo violento (ésteres de forbol são extraídos no óleo), na dose de 0,3 a 0,6 mL. O látex é cáustico e de ação irritante sobre pele e mucosas (Begg & Gaskin, 1994; Schvartsman, 1992).

Um dos primeiros ensaios com animais feitos com pinhão manso foi em ovinos e caprinos alimentados com apenas 0,1 g de pinhão manso/kg de peso vivo/dia, observou-se diarreia, dispnéia, desidratação, inapetência, dentre outros (Ahmed & Adam, 1979a). Em outro ensaio realizado com bovinos suplementados com 1,0 g de pinhão manso/kg de peso vivo uma vez ou somente 0,025 g de pinhão manso/kg de peso vivo durante 14 dias, registrou-se diarreia, dispnéia e desidratação seguida de morte em todos os casos. (Ahmed & Adam, 1979b).

Uma análise realizada com frangos mostrou que com simplesmente 0,5% de semente de pinhão manso na dieta ocasionou alta mortalidade (El-Badwi et al, 1995). Já um experimento com carpas alimentadas com 0,03 e 0,07 mg de éster de forbol/g de ração, observaram que havia perda de peso que não foi possível recuperar (nas doses baixas), e nas

doses mais altas houve baixa aceitabilidade da ração e muco nas fezes (Becker & Makkar, 1998).

Gandhi et al (1995) determinaram, em ratos, a dose letal (DL) do óleo do pinhão manso, sendo que por ingestão a DL50 é 6 mL/kg de peso vivo e é letal (100%) a 9-13mL/kg. No mesmo ensaio com o óleo foi observado que doses de 0,05 a 0,1 mL ocasionava vermelhidão e inchaço após 24 horas em coelhos e ratos, e em camundongos após 2 horas da ingestão notaram-se inchaço na face, hemorragia nos olhos, diarreia e vermelhidão.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A. L. et al . Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 37, n. spe, July 2008 .

ABOU-ARAB, A.A.; ABU-SALEM, F.M. Nutritional quality of *Jatropha curcas* seeds and effect of some physical and chemical treatments on their anti-nutritional factors. **African Journal of Food Science**. v. 4(3) p. 93-103, 2010.

AHMED, O.M.M., ADAM, S.E.I. Toxicity of *Jatropha curcas* in sheep and goats. **Res. Vet. Sci.**, 27: 89-96, 1979a

AHMED, O.M.M., ADAM, S.E.I. Effects of *Jatropha curcas* on calves. **Vet. Pathol.**, 16: 476-482, 1979b.

ALEXANDER, R.H. & MCGOWAN, M. The routine determination of in vitro digestibility of organic matter in forages – an investigation of the problems associated with continuous large scale operation. **Journal of the British Grassland Society**, v. 21, p. 140–147, 1966.

AREGHEORE, E.M., MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K., Assessment of lectin activity in a toxic and a non-toxic variety of *Jatropha curcas* using latex agglutination an haemagglutination methods and inactivation of lectin by heat treatments. **J. Sci. Food Agric.** 77, p. 349-352, 1998.

AREGHEORE, E.M.; BECKER, K.; MAKKAR, H.P.S. Detoxification of a toxic variety of *Jatropha curcas* using heat and chemical treatments, and preliminary nutritional evaluation with rats. **South Pacific Journal of Natural Science** v.21, p. 50-56, 2003.

BARROS, C.R.M.; FERREIRA, L .M .M.; NUNES, F.M.; BEZERRA, R.M.F.; DIAS, A.A.; GUEDES, C.V.; CONE, J.W.; MARQUES, G.S.M.; RODRIGUES, M.A.M. The potential of white-rot fungi to degrade phorbol esters of *Jatropha curcas* L. seed cake. **Eng. Life Sci.** v. 11, No. 1, p. 1–4, 2011.

BECKER, K., MAKKAR, H.P.S., Toxic effects of phorbol esters in carp (*Cyprinus carpio* L.) **Vet. Human Toxicol.** 40, p. 82-86, 1998.

BEEVER, D.E. Rumen function: Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. **CAB International**, Wallingford, UK, p. 187–215, 1993.

BEGG, J.; GASKIN, T. *Jatropha Curcas* (PIM570) In: Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations < <http://www.inchem.org/documents/pims/plant> > (Acessado em 01.01.2011)

BEUVINK, J.M.W. & KOGUT, J. Modelling gas production kinetics of grass silages incubated with buffered ruminal fluid. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 1041–1046, 1993.

BUENO, I.C.S.; VITTI, D.M.S.S.; LOUVANDINI, H. et al. A new approach for in vitro bioassay to measure tannin biological effects based on a gas production technique. **Animal Feed Science and Technology**, v.41, p.153-170, 2008.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PEREIRA, O.G.; VELOSO, R.G.; PEREIRA, E.S. Cinética Ruminal das Frações de Carboidratos, Produção de Gás, Digestibilidade in vitro da Matéria Seca e NDT Estimado da Silagem de Milho com Diferentes Proporções de Grãos. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, p. 2087-2098, 2000.

CHIVANDI, E.; ERLWANGER, K.H.; MAKUSA, S.M.; READ, J.S.; MTIMUNI, J.S. Effect of dietary *Jatropha curcas* meal on percent packed cell volume, serum glucose, cholesterol and triglyceride concentration and alpha-amylase activity of weaned fattening pigs. **Research Journal of Animal and Veterinary Sciences**, v. 1, n.1, p. 18-24, 2006.

COUTO, F. A. A. Importância Econômica e Social da Ovinocaprinocultura Brasileira. IN: **Anais do II SINCORTE**. João Pessoa-PB. p. 71-81.2003.

CZERKAWSKI, J.W. An Introduction to Rumen Studies. **Pergamon Press**, Oxford, 1986.

DAVIES, D.R.; THEODOROU, M.K.; BAUGHAN, J.; BROOKS, A.E.; NEWBOLD, J.R. An automated pressure evaluation system (APES) for determining the fermentation characteristics of ruminant feeds. **Annales de Zootechnie**, v. 44 (Suppl. 1), p. 36, 1995.

EL BADWI, S.M.A., ADAM, S.E.I. AND HAPKE, H.J. (1995). Comparative toxicity of *Ricinus communis* and *Jatropha curcas* seed on Brown Hisex chicks. **Vet. And Hum. Toxicology**, 34, 112.

EL-SHAZLY, K. & HUNGATE, R.E. Fermentation capacity as a measure of net growth of rumen microorganisms. **Applied Microbiology**, p. 62–69, 1965.

EVANS, F.J. & EDWARDS, M.C. (1987). Activity correlations in the phorbol ester series. In Jury, S.L.; Reynolds, T.; Cutler, D. F.; Evans, F.J. (eds.) (1987). **The Euphorbiales chemistry, taxonomy & economic botany**. Linnean Society, Academic Press, London.

FELIX, S.P.; MAYERHOFFER, R.O.; DAMATTA, R.A; VERISSIMO, M.A.; NASCIMENTO, V.V.; MACHADO, O.L.T. – Mapping IgE-binding epitopes of Ric c 1 and Ric c 3, allergens from *Ricinus communis*, by mast cell degranulation assay. **Peptides**, v.29, p.497-504, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2007. Disponível no site: <<http://www.faostat.fao.org>>. (Acessado em 15.10.2011)

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **The FAOSTAT System**. 2009. Disponível no site: <<http://www.faostat.fao.org/default.aspx>>. (Acessado em 17.10.2011)

FRANCE, J.; DHANOA, M.S.; THEODOROU, M.K.; LISTER, S.J., DAVIES, D.R.; ISAC, D. A model to interpret gas accumulation profiles associated with in vitro degradation of ruminant feeds. **Journal of Theoretical Biology**, v. 163, p. 99–111, 1993.

FUROSHO, I. F. **Efeito da utilização da casca de café, "in natura" e tratada com uréia, sobre o desempenho e características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento**. Lavras: UFLA, 1995. 72p.il. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia)

GANDHI, V. M. CHERIAN, K. M. ; MULKY, M. J. Toxicological studies on ratanjyot oil. **Food and Chemical Toxicology** v.33 (1), 39-42 , 1995

GONÇALVES, A.L.; LANA, R.P.; RODRIGUEZ M.T.; VIEIRA, R.A.M. Cinética de Degradação de Alguns Volumosos Usados na Alimentação de Cabras Leiteiras por Intermédio da Técnica de Produção de Gases sob Diferentes Níveis de pH. **R. Bras. Zootec.**, v.30, n.6, p. 1904-1912, 2001.

GRAINGER, C. GIA. Methane: increasing fat can reduce methane emissions. GIA Newsletter. **Department of Primary Industries**, march 2008.

GROOT, J.C.J.; CONE, J.W.; WILLIAMS, B.A.; DEBERSAQUES, F.M.A.; LANTINGA, E.A. Multiphasic analysis of gas production kinetics for in vitro fermentation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 64, p. 77–89, 1996.

HELLER, J. **Physic nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 66 p. 1996.

HENNING, R. and MITZLAFF, K. von.. Produktion und Nutzung von Purgieröl als Kraftstoff und Rohstoff für die lokale Seifenherstellung im Sahel. Pp. 137-151. **In: Nachwachsende Rohstoffe aus den Tropen und Subtropen für die Tropen und Subtropen**, 22. Witzenhäuser Hochschulwoche (R. Krause and C. Schellert, eds.) Der Tropenlandwirt, Beiheft No. 53. 1995.

HOBSON, P.N. & WALLACE, R.J. Microbial ecology and activities in the rumen. Parts 1 and 2. **CRC Critical Reviews in Microbiology**, p. 165–225, 253–319, 1982.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível no site: www.sifra.gov.br (Acessado em 18.10.2011)

MACEDO, F.A.F.; SIQUEIRA, E.R.; MARTINS, E.N.; MACEDO, R.M.G. Qualidade de carcaça de cordeiros Corriedale, Bergamácia X Corriedale e Hampshire Down X Corriedale, terminado em pastagem e confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, V. 29, n. 5, p. 1520-1527, 2000.

MACIEL, F.M.; MACHADO, O.L.T., **Avaliação do potencial alergênico de sementes de *Jatropha curcas* L.**, pinhão-manso. In: II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2007, Brasília - DF. II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel: Livro de resumos. Brasília, de 27 a 29 de novembro de 2007. Brasília-DF: MCT/ABIPTI/2007, 2007.

MARTINEZ-HERRERA, J.; SIDDHURAJU, P.; FRANCIS, G. et al. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. **Food Chemistry**, v. 96, p.80-89, 2006.

MCMANUS, C., PAIVA, S.R., LANDIM, A., LOUVANDINI, H. Melhoria Genética: O animal da Moda, Anais **do II Simpósio de Caprinos e Ovinos da EV-UFGM**, p. 29-72, 2007.

MAKKAR, H.P.S.; ADERIBIGBE, A.O.; BECKER, K. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. **Food Chemistry**, v.62, p.207-215, 1998.

MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Plant toxins and detoxification methods to improve feed quality of tropical seeds - Review. Asian-Australasian **Journal of Animal Sciences**, v.12, p.467-480, 1999a.

MAKKAR, H.P.S., BECKER, K. Edible provenances of *Jatropha curcas* from Quintna Roo state of Mexico and effect of roasting on antinutrient and toxic factors in seeds. **Plant Foods Human Nutrition**. 52, 31–36. 1999b.

MAKKAR, H.P.S., BECKER, K. Comparative evaluation of a non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. **Plant Foods Human Nutrition**. 52, 183–199. 1999c.

MAKKAR, H.P.S.; BLÜMMEL, M.; BECKER, K. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implications in gas production and true digestibility in in vitro techniques. **British Journal of Nutrition**, v. 73, p. 897–913, 1995.

MARTIN, G.; MAYEUX, A. Réflexions sur les cultures oléagineuses nergétiques. II. - Le Pourghère (*Jatropha curcas* L.): un carburant possible. **Oléagineux** 39(5):283-287. 1984.

MARTINS, E.C.; GARAGORY, F.L.; CHAIB FILHO, H. Evolução da Ovinocultura Brasileira no período de 1975 a 2003. Sobral, CE; EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa em Caprinos e Ovinos - CNPC. Comunicado Técnico nº. 67 de 2006.

MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA L.G.R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ N. M. Potencial da Técnica *in Vitro* Semi-Automática de Produção de Gases para Avaliação de Silagens de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.4, p.1013-1020, 2003.

MEDEIROS, J.X.; SANTOS, E.E.; COSTA, N.G.; RIBEIRO, J. G. B. L. Cenário mercadológico da ovinocultura. In: Simpósio Mineiro de Ovinocultura, IV^o, Lavras, Minas Gerais. 2005. **Anais...** 18 páginas, 2005.

MENDONÇA, S.; LAVIOLA, B.G. Uso Potencial e Toxidez da Torta de Pinhão-Manso. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2009, Montes Claros. **Anais do Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel**, 2009.

MENKE, K.H. & STEINGASS, H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. **Animal Research and Development**, v. 28, p. 7–55, 1988.

NEIVA JÚNIOR, A.P.; VAN CLEEF, E.H.C.B.; PARDO, R.M.P. et al. Subprodutos agroindustriais do biodiesel na alimentação de ruminantes. In: **II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel**, Brasília, 2007.

NSAHLAI, I.V.; UMUNNA, N.N.; NEGASSA, D. The effect of multipurpose tree digesta on in vitro gas production from napier grass or neutral detergent fibre. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 69, p. 519–528, 1995.

NOCCHI, E.D.G. Os efeitos da crise da lã no mercado internacional e os impactos sócio-econômicos no município de Santana do Livramento - RS - Brasil. Dissertação apresentada ao Centro de Estudos em Relaciones Internacionales da Universidad Nacional de Rosário, Argentina, 2001.

OLIVEIRA, N.M.; OSÓRIO, J.C.S.; SELAIVE-VILLARROEL, A. et al. Produção de carne em ovinos de cinco genótipos. 5. Estimativas de qualidade e peso de carcaça através do peso vivo. **Ciência Rural**, v. 28, n. 4, p. 537-724, 1999.

OLIVEIRA, N.M.; OSÓRIO, J.C.S.; SELAIVE-VILLARROEL, A. et al. Rendimento de carcaça, mensurações e peso de cortes comerciais de cordeiros Santa Inês e Bergamácia alimentados com dejetos de suínos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n.3, p. 1451-1458, 2002.

PELL, A.N. & SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, p. 1063–1073, 1993.

QUIN, J.I. Studies on the alimentary tract of merino sheep in South Africa .Fermentation in the forestomachs of sheep. **Onderspoor Journal of Veterinary Science and Animal Industry**, p. 91–117, 1943.

RAKSHIT, K.D.; DARUKESHWARA, J.; RATHINA RAJ, K.; NARASIMHAMURTHY, K.; SAIBABA, P.; BHAGYA, S. Toxicity studies of detoxified Jatropha meal (*Jatropha curcas*) in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v.46, p.3621-3625, 2008

SANTOS, C.L.; PÉREZ, J.R.O. Cortes comerciais de cordeiro Santa Ines. In: **I Encontro Mineiro de Ovinocultura**, 2000. Lavras, p. 149-168, 2000.

SCHVARTSMAN, S. **Plantas venenosas e animais peçonhentos**. São Paulo: Sarvier, 1992.

SILVA SOBRINHO, A.G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne Ovina. In: **Produção Animal na visão dos brasileiros. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE**

BRASILEIRA DE ZOOTECNICA, 38, 2001, Piracicaba - SP. **Anais...** Piracicaba - SP: SBZ, p. 425 - 446, 2001.

SILVA SOBRINHO, A.G. **Criação de ovinos**, Jaboticabal: FUNEP, p.27.

SIMPLÍCIO, A.A. A caprino-ovinocultura na visão do agronegócio. **Revista CFMV**, Brasília, n. 24, p. 15-18, 2001.

SIQUEIRA, E.R. Recria e terminação de cordeiros em confinamento In: Nutrição de Ovinos, 1, 1996, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal : FUNEP, 258p. p. 175-212. 1996.

STIRPE, F.; PESSION-BRIZZI, A.; LORENZONI, E.; STROCCHI, P.; MONTANARO, L.; SPERTI, S. Studies on the proteins from the seeds of *Croton tiglium* and of *Jatropha curcas*. Toxic properties and inhibition of protein synthesis in vitro. **Biochemistry Journal**, v.156, n.1, p.1-6, april, 1976.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; MCALLAN, A.B. A new laboratory procedure for estimating kinetic parameters associated with the digestibility of forages. **US Dairy Forage Research Center**, Madison, Wisconsin, p. 20, 1991.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; MCALLAN, A.D.B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology** v. 48, 185–197, 1994.

WILLIAMS, B.A.; VAN DER POEL, A.; BOER, H.; TAMMINGA, S. The use of cumulative gas production to determine the effect of steam explosion on the fermentability of two substrates with different cell wall quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 69, p. 33–39, 1995.

WOLIN, M.J. (1975) Interactions between the bacterial species of the rumen. Digestion and Metabolism in the Ruminant. **University of New England Publishing Unit**, Armidale, Australia, p. 134–148, 1975.

YANEZ E.; LOBOS P.; DIAZ G.; BALLESTER D. Effect of roasting on the chemical composition and protein quality of lupin seeds: (*Lupinus albus* cv Multolupa). **J. Food Sci.** 51: 1235-1238, 1986.

ZUNDT, M.; MACEDO, F.A.F.; MARTINS, E.N. et al. Desempenho de cordeiros alimentados com diferentes níveis protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.30, p. 1307*1314, 2002.

CAPÍTULO 2

DEGRADABILIDADE RUMINAL *IN VITRO* DO PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas*)

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial de fermentação ruminal da torta de pinhão manso (*Jatropha curcas*) e suas amostras atóxicas e destoxificadas para a sua utilização como ingrediente de ração para bovinos e ovinos. Para isso, foi realizado um ensaio *in vitro* de produção de gases (semi-automático) sem substrato, com alimentos volumosos: capim *Brachiaria brizantha*, feno de Coast cross (*Cynodon dactylon*), palha de trigo (*Triticum aestivum*) e concentrados: polpa de macaúba (*Acrocomia aculeata*), farelo de soja (*Glycine max*) e de algodão (*Gossypium hirsutum*) utilizados na dieta de ruminantes e o pinhão manso tóxico. E outro ensaio com as amostras tóxicas (teor de éster de forbol = 0,41 mg/g), atóxicas (teor de éster de forbol = não detectado) e destoxificadas (teor de éster de forbol = 0,12 mg/g) para determinar a proteína degradada no rúmen e digestibilidade pós ruminal da proteína. O potencial de produção de gases do farelo de pinhão manso foi de 120 mL para 96 horas de fermentação, valor maior apenas que a polpa de macaúba (80 mL). O tempo de colonização (fase lag) foi de 1,4 e 2,8 horas para os inóculos de bovino e ovino, respectivamente. Esses valores ficaram próximos aos encontrados para o farelo de soja (*Glycine max*), *Brachiaria brizantha* e feno de Coast cross (*Cynodon dactylon*), sendo inferiores ao encontrado para a palha de trigo (*Triticum aestivum*). A taxa de produção de gás foi de 7% por hora, valor próximo do farelo de soja e superior aos encontrados para os alimentos volumosos. As características de fermentação do farelo de pinhão manso mostraram que o alimento apresenta algum fator de inibição, que pode ser efeito da presença do éster de forbol, ou das elevadas quantidades de gordura (14% da MS). No ensaio com amostras atóxicas e destoxificadas verificou-se uma limitação das extrusadas com NaOH e Cal (PDR = 122 e 198 g/kg MO, respectivamente), contudo a amostra atóxica foi superior as demais com 658 g/kg MO. Dessa forma, o pinhão manso demonstrou limitações na degradabilidade. Contudo, o acesso atóxico apresentou bons resultados de degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal sendo possível a sua utilização na dieta de ruminantes.

Palavras-chave: digestibilidade, éster de forbol, inóculo, nutrição, produção de gás, ruminantes.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the potential of rumen fermentation of physic nut meal (*Jatropha curcas*) and its non-toxic and detoxified samples for use as a feed ingredient for cattle and sheep. For this, we performed an *in vitro* gas production assay (semi-automatic) without substrate, with forages and concentrates used commonly in the diet of ruminants and the toxic physic nut meal. Other assay with toxic (phorbol ester content = 0.41 mg/g), non-toxic (phorbol ester content = not detected) and detoxified (phorbol ester content = 0.12 mg/g) samples to determine the rumen degradable protein and the intestinal digestion of protein. The gas production potential from the physic nut bran was 120 mL for 96 hours of fermentation, higher only than the macaúba pulp (80 mL). The lag phase was 1.4 and 2.8 hours for the inoculums of cattle and sheep, respectively. These values were close to those found for soybean meal (*Glycine max*), *Brachiaria brizantha* and Coast cross hay (*Cynodon dactylon*) is lower than found for the wheat straw (*Triticum aestivum*). The rate of gas production was 7% per hour, similar to soybean meal and superior to those found for forages. The fermentation characteristics of physic nut meal showed that the food has some inhibiting factor, which may be an effect of the presence of phorbol ester, or high amounts of fat (14% of DM). In the assay with non-toxic and detoxified samples there was a limitation of extruded with NaOH and Cal (RDP = 122 and 198 g/kg OM, respectively), however the sample non-toxic was higher than the other with 658 g/kg OM. Thus, the physic nut has shown limitations in degradability. However, non-toxic samples showed good results degradability and intestinal digestibility and possible use in the diet of ruminants.

Keywords: digestibility, inoculation, gas production, nutrition, phorbol ester, ruminants.

1. INTRODUÇÃO

A produtividade de ruminantes é limitada pelas condições nutricionais, que caracterizam-se por pastos altamente lignificados ou pelo alto custo de concentrados, além de uma alimentação de baixa degradabilidade e valor protéico agravando em períodos de seca. (Odenyo et al. 1999).

A utilização de subprodutos da indústria do biodiesel com alto valor protéico na alimentação dos ruminantes só é possível se este resíduo possuir além de apropriadas características nutricionais, uma boa aceitabilidade e não serem tóxicos aos animais. De tal forma o pinhão manso (*Jatropha curcas*) apesar de apresentar alto valor protéico e energético, é atualmente impossibilitado de uso pela presença do éster de forbol. Entretanto, uma nova linha de pesquisa para detoxificá-lo e a possibilidade de acessos não tóxicos fazem com que seu uso na nutrição de ruminantes seja possível (Mendonça & Laviola, 2009).

Para uma análise primordial sobre a possibilidade de uso desse alimento com animais, devem ser feitas as prévias análises bromatológicas e conseqüentemente ensaios de degradabilidade e digestibilidade. Dentre os ensaios de degradabilidade, recentemente, o mais utilizado é a técnica de produção de gás ou a técnica *in vitro*, ao invés das técnicas *in situ* e *in vivo*. Por exemplo, a técnica *in situ* exige que se tenha um ou mais animais fistulados para incubar os sacos de náilon, e a técnica *in vivo* necessita das instalações como as gaiolas metabólicas e um maior número de animais (Van Soest, 1994).

E a técnica de produção de gás tem mostrado em várias pesquisas que existe uma alta correlação com a digestibilidade e degradabilidade do alimento (Menke et al., 1979; Theodorou et al. 1994; Blümmel et al., 1997; Bueno et al., 2005; 2008). A grande vantagem desta metodologia é a praticidade de se medir a produção de gases, com o uso de um

transdutor e a pequena quantidade necessária de material para um ensaio e o bem estar animal considerando o não uso de gaiolas metabólicas (Perez, 1997; Maurício et al. 1998; 1999).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do pinhão manso tóxico no rúmen, o potencial do pinhão manso, comparando alguns alimentos já utilizados na dieta de ruminantes com amostras tóxicas, e analisar o acesso atóxico e alguns tratamentos destoxificados com relação a sua degradabilidade ruminal e digestibilidade pós ruminal da proteína.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O presente experimento foi realizado em dois episódios: o primeiro no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade de Brasília e o segundo no Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

2.2 Técnica de produção de gás

Na primeira fase utilizou-se a técnica semi-automática de produção de gases, descrita por Theodorou et al. (1994) para avaliação de sete alimentos: torta de pinhão manso (*Jatropha curcas*), capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (exemplo de volumoso), feno de Coast cross (*Cynodon dactylon* spp.) (exemplo de volumoso), palha de trigo (*Triticum aestivum*) (exemplo de volumoso), farelo de soja (*Glycine max*) (exemplo de concentrado), farelo de algodão (*Gossypium hirsutum*) (exemplo de concentrado) e polpa de macaúba (*Acrocomia aculeata*) (outro material utilizado na produção de biodiesel). Foram feitas três repetições, sem uso de substrato e dois tipos de inóculo (bovino e ovino) conforme figura 2.1. O corte do capim *Brachiaria brizantha* foi realizado aos 90 dias de rebrote em fevereiro de 2010, sendo que a região do corte foi apenas a folha da planta.



Figura 2.1 - Dois tipos de inóculos (bovino e ovino) utilizados na técnica de produção de gás.

Fonte: Arquivo Pessoal

Esses alimentos foram pré-secos em estufa a 55 °C por 72 horas e em seguida triturados no moinho tipo Willey com peneira de um milímetro simulando o processo de mastigação. No dia anterior a coleta de líquido ruminal, foi preparada a solução tampão--nutritiva, em fluxo de CO₂ até a estabilização do pH entre 5,5 e 6,5 e obtenção de ambiente anaeróbico. Esta solução foi obtida por: tamponantes (bicarbonato de amônio e bicarbonato de sódio), fontes de macrominerais (fosfato de sódio, dihidrogenofosfato de potássio e sulfato de magnésio), fontes de microminerais (cloreto de cálcio, cloreto do manganês, cloreto de cobalto II e cloreto férrico), meio B (Cysteine HCl, hidróxido de sódio e sulfeto de sódio) e Resazurin (Menke & Ehrensvar, 1974; Goering & Van Soest, 1970).

A obtenção do inóculo foi feita por meio de colheita do líquido ruminal de dois ovinos e um bovino, em dieta balanceada com 60% de volumoso (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) e 40% de concentrado (milho e soja), nas primeiras horas da manhã e esse foi colocado em banho-maria a 39 °C, temperatura do rúmen. Em seguida montou-se o frasco para produção de gases, utilizando 90 mL de solução tampão, 10 mL de líquido ruminal e um grama de cada amostra em triplicata. Estes frascos foram hermeticamente fechados e levados para estufa a 39 °C. Do mesmo modo, foram preparadas as amostras em branco, em triplicata para cada

inóculo, a fim de realizar a conversão para retirar o efeito da fermentação do próprio líquido ruminal.

As pressões dos frascos foram registradas manualmente, usando-se um transdutor conectado a um amperímetro digital, nos tempos: 3, 6, 12, 18, 24, 48, 72 e 96 horas, conforme figura 2. Após as 96 horas os frascos foram alocados imediatamente em um recipiente com gelo para cessar a atividade microbiana e em seguida tiveram seu conteúdo filtrado em cadinho filtrante, sendo estes secos em estufa a 105 °C por 24 horas para determinar a degradabilidade da matéria seca.



Figura 2.2 - Registro manual das pressões dos frascos usando-se um transdutor conectado a um amperímetro digital. Fonte: Arquivo Pessoal

Os dados obtidos em pressão foram transformados em volume pela equação dos gases transformadas para a região do experimento, com 1050 m de altitude. Os resultados das repetições foram analisados de acordo com o modelo proposto por France et al. (1993), equação 2.1:

$$V_t = V_f \{1 - \exp [-k(t-L)-c(\sqrt{t}-\sqrt{L})]\} \quad (\text{Eq. 2.1})$$

Onde,

V_t = Volume total de gás produzido (mL);

V_f = potencial máximo de produção de gases (mL);

L = Tempo de colonização (lag phase, h);

k = taxa de produção de gás (%/h)

c = parâmetro do modelo, e;

t = tempo de incubação em horas.

A degradabilidade da matéria seca foi calculada pela equação 2.2:

$$\text{DegMS} = (A_i + \text{Cad}) - (A_f + \text{Cad} - A_b) / A_i \quad (\text{Eq. 2.2})$$

onde:

DegMS = degradabilidade da matéria seca;

A_i = Amostra inicial (g);

A_f = amostra final após filtração e secagem no cadinho filtrante;

Cad = peso do cadinho (g), e;

A_b = amostra branco após filtração e secagem no cadinho filtrante.

As devidas prévias análises bromatológicas foram realizadas segundo a AOAC (1990) e Van Soest (1967).

2.3 Determinação da proteína degradada e digerida

Nesta segunda análise foram utilizados os materiais: tóxicos (teor de éster de forbol = 0,41 mg/g), atóxicos (teor de éster de forbol = não detectado) e destoxificados (teor de éster de forbol = 0,12 mg/g). Estes materiais receberam um substrato volumoso (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) na proporção de 60% de substrato e 40% do material. Desta forma, foram feitas a proteína degradada no rúmen (PDR), a proteína não degradada no rúmen (PND) e proteína intestinal digerida (PDI). Para estimar a degradabilidade ruminal da proteína foram utilizados quatro sacos de Dacron limpos e secos foram utilizados para cada amostra

experimental contendo 3 g do substrato que foram incubadas na Incubadora Tecnal *in vitro*, modelo TE-150, por 16 horas com o inóculo obtido a partir de ovinos fistulados.

A coleta e a preparação do inóculo e da solução tampão nutritiva foram feitas seguindo o mesmo procedimento do experimento de produção de gás anteriormente. Na incubadora com três unidades, em cada utilização conteve 1.300 mL de meio (solução) e 650 mL de inóculo ruminal. No final do tempo de incubação todos os sacos foram lavados por 1 hora usando água fria corrente e 2 horas em máquina de lavar roupa e mudando de água a cada 15 minutos, então foram mantidos no freezer por 48 horas, em seguida, novamente passaram por uma lavagem por 2 horas na máquina e foram secas a 50 °C por 48 horas. Os resíduos nos sacos foram usados para análise de Nitrogênio o qual não foi degradado no rúmen para determinar a proteína não degradada no rúmen.

Parte do resíduo exposto a degradação ruminal (0,1 g) foi então incubada por 1 hora com pepsina-HCl (pH = 1,9) seguido de solução pancreática (pH = 7,8) por 24 horas, a 38 °C. Após essa incubação, 3 ml de ácido tricloroacético (100%) foram adicionados a cada tubo, em seguida, centrifugadas. Os tubos foram deixados por 15 minutos e então centrifugado a 10.000 rpm por 15 min. Então utilizam-se 5 mL do sobrenadante para a determinação de Nitrogênio (PDI - proteína intestinal digerida) pelo método de Kjeldahl (Calsamiglia & Stern, 1995).

2.4 Análise estatística

Todos as análises foram realizadas em triplicata e as médias foram comparadas pelo programa estatístico SAS (2003) através do procedimento da análise de variância. O teste de média utilizado foi o teste de Tukey com nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises bromatológicas dos alimentos utilizados no primeiro experimentos estão apresentados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 Análise bromatológica dos alimentos avaliados no primeiro ensaio de produção de gás.

Alimento	MS (%)	MM (%)	FDN (%)	FDA(%)	PB (%)	EE (%)
Pinhão manso tóxico	91,04	8,81	69,60	52,85	23,26	14,23
Polpa de macaúba	89,66	6,01	77,09	61,04	4,46	15,23
Farelo de soja	88,49	6,46	64,1	10,02	46,72	2,76
Farelo de algodão	89,21	6,20	72,26	57,54	34,48	3,36
<i>Brachiaria brizantha</i>	29,24	7,05	74,43	41,24	8,28	2,44
Feno Coast cross	86,78	9,22	85,67	53,48	7,71	1,92
Palha de trigo	87,56	5,32	86,86	57,50	3,16	2,53
Desvio médio	14,58	1,16	6,42	12,59	14,69	4,95

O pinhão manso apresentou um alto valor protéico e alto valor energético, com 23,26% de proteína bruta e 14,23% de extrato etéreo (Tabela 2.1) Analisando os resultados da produção de gás na Tabela 2.2 e Figuras 2.3 e 2.4, observou-se que não houve diferença entre os dois inóculos (bovino e ovino) como já verificado por vários pesquisadores (Nsahlai et al., 1995; Cabral, et al., 2000). Ou seja, os resultados dos inóculo do bovino e ovino foram semelhantes, o que já era esperado, pois sua microbiota é bastante similar e os pHs registrados para ovino e bovino foram de 6,7 e 6,8, respectivamente. Analisando os resultados do farelo de soja, observou-se alta produção potencial, indicando que este alimento produz rapidamente elevado volume de gás, atributo da fácil fermentação do amido e elevados teores de proteína. Sabendo que esta fermentação ruminal está ligada a produção de ácidos graxos de cadeia

curta (AGCC) que serão utilizados pelo ruminante como fonte de energia, verifica-se que o farelo de pinhão manso tem alto potencial de produção de energia.

Tabela 2.2 Parâmetros de produção de gás acumulada após 96 horas de fermentação dos alimentos estudados com inoculados de líquidos ruminais de bovino e ovino.

Inóculo	Parâmetro	Pinhão manso	Polpa de macaúba	Farelo de soja	Farelo de algodão	Capim Braquiária	Feno Coast Cross	Palha de trigo
Bovino	A (mL)	125,20	88,12	340,00	259,00	331,40	298,40	309,30
	b (%/h)	0,10	0,06	0,07	0,03	0,03	0,02	0,03
	c	-0,23	-0,08	-0,13	-0,04	-0,04	-0,04	-0,08
	L (h)	1,44	1,57	3,21	1,72	1,64	2,24	6,52
Ovino	A (mL)	112,80	56,70	323,20	190,20	309,90	176,50	243,30
	b (%/h)	0,07	0,16	0,06	0,04	0,04	0,04	0,03
	c	-0,11	-0,27	-0,09	-0,04	-0,06	-0,04	-0,07
	L (h)	2,76	2,85	2,34	1,48	1,29	2,12	5,51

A = produção potencial; b = taxa de produção de gás; c = parâmetro do modelo; L = lag phase (tempo de colonização)

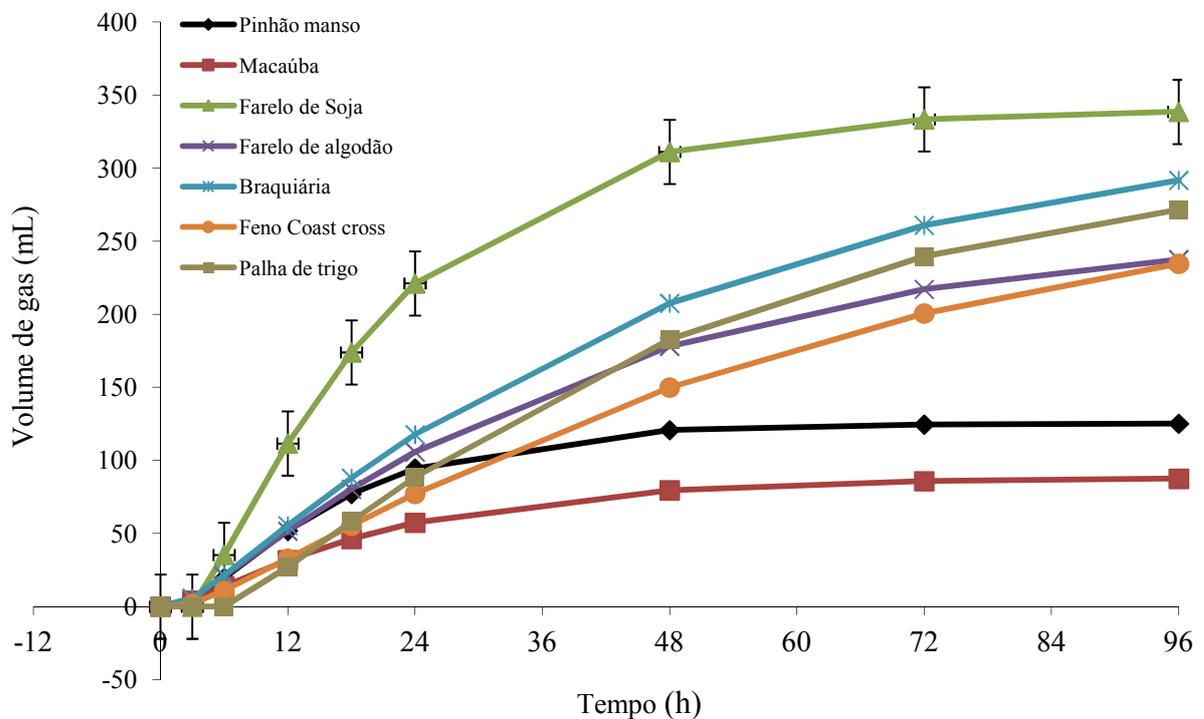


Figura 2.3 - Volume de gás acumulado após 96 horas de fermentação dos alimentos estudados inoculados em líquido ruminal de bovino.

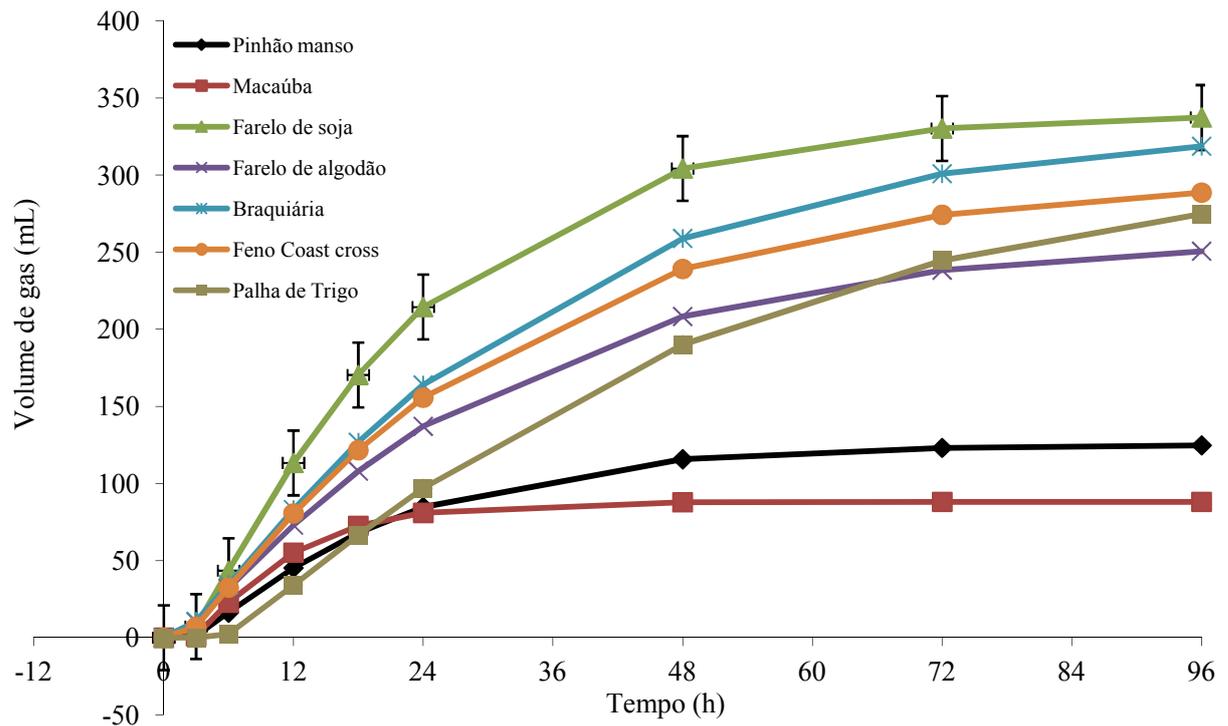


Figura 2.4 - Volume de gás acumulado após 96 horas de fermentação dos alimentos estudados inoculados em líquido ruminal de ovino.

O capim braquiária e o feno de Coast cross apresentaram uma rápida colonização e acentuada produção potencial, mostrando-se capazes de produzir razoável quantidade de energia e caracterizando-se como volumosos com alta quantidade de fibra. No entanto, o farelo de algodão apresentou um valor menor de produção potencial devido o próprio processo térmico de sua formação, o que diminui a disponibilidade da proteína, dificultando a fermentação. Além disso, o farelo de algodão analisado, provavelmente apresentava grandes proporções de casca, sendo esta rica em lignina, o que pode prejudicar a degradabilidade (Jung et al., 1997). Analisando o parâmetro “L” da Tabela 2.2 que é referente ao tempo de colonização, verifica-se que a palha de trigo apresentou o maior tempo, acima de 5 horas nos dois inóculos, o que indica que este alimento possui um carboidrato de difícil colonização inicial, porém este alimento apresentou valores razoáveis de produção potencial, indicando-o como um volumoso aceitável.

O potencial de produção de gases do pinhão manso foi inferior aos valores encontrados para os outros alimentos, ficando próximo de 120 mL para 96 horas de fermentação. Com exceção da polpa de macaúba, que apresentou o pior resultado de fermentação (< 100 mL). O tempo de colonização (fase lag) do pinhão foi de 1,4 e 2,8 horas para os inóculos de bovino e ovino, respectivamente. Estes valores ficaram próximos aos

encontrados para o farelo de soja, braquiária e feno de Coast cross, sendo inferiores ao encontrado para a palha de trigo, mostrando que apesar dos elevados valores de FDA (50%) a colonização do farelo ocorreu rapidamente.

Para o pinhão manso, a taxa de produção de gases (valor "b" da tabela 2.1) foi de 7% por hora, valor próximo do farelo de soja e superior aos volumosos. As características de fermentação do farelo de pinhão manso mostraram que o alimento apresenta algum fator de inibição, pois o potencial de produção de gás apresentou-se bem menor do que os outros alimentos estudados. Esta inibição pode ter sido consequência da presença de fatores antinutricionais principalmente ao éster de forbol (Makkar et al., 1998). Outro fator importante pode ter sido a elevada concentração de extrato etéreo (14%), que pode ter levado a inibição da população microbiana e contribuído para a baixa produção de gás. Situação semelhante observada para a polpa de macaúba com EE superior a 20%.

Conforme Tabela 2.3 a determinação da degradabilidade ruminal pelo cadinho filtrante, comprovou o encontrado na cinética ruminal, de tal forma que a degradabilidade em 96 horas de farelo de pinhão manso ($453 \pm 25,0$ g/kg) foi superior apenas à polpa macaúba ($286 \pm 56,3$ g/kg) ($P < 0,05$).

Tabela 2.3 Degradabilidade ruminal em bovino e ovino utilizando a técnica de produção gás.

Alimentos	Degradabilidade - Bovino (g/kg)	Degradabilidade - Ovino (g/kg)
Farelo de soja	$897,28^a \pm 6,74$	$887,31^a \pm 8,70$
<i>Brachiaria brizantha</i>	$710,84^b \pm 15,03$	$741,53^b \pm 7,59$
Farelo de algodão	$578,62^c \pm 11,97$	$603,92^c \pm 3,22$
Palha de trigo	$501,20^d \pm 23,24$	$556,40^{cd} \pm 10,05$
Feno de Coast cross	$470,15^d \pm 9,70$	$529,69^{cd} \pm 7,41$
Pinhão manso	$426,29^e \pm 3,02$	$452,99^e \pm 25,01$
Polpa de macaúba	$273,83^f \pm 5,72$	$285,67^f \pm 56,26$

^a Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem significativamente pelo teste de Tukey (5%).

O resultado desse farelo, comparado aos concentrados e às forrageiras analisadas ($P < 0,05$), retoma o questionamento que este alimento tem algum fator de inibição na degradação ruminal. Pode ser explicado pela presença de éster de forbol a grande quantidade de gordura bruta observada no farelo de pinhão manso (14%) e na polpa macaúba (22%), que podem estar contribuindo para a inibição da colonização destes alimentos pela população microbiana e levando para baixa degradabilidade em comparação com outros alimentos.

No segundo ensaio, realizado com os materiais tóxicos, destoxificados e atóxicos do pinhão manso, foi feita a proteína degradada no rúmen (PDR), a proteína não degradada no rúmen (PND) e a proteína intestinal digerida (IPD) conforme a Tabela 2.4. Examinando esses resultados verificou-se que há uma grande diferença entre os materiais analisados.

Tabela 2.4 Resultados de proteína degradada e digerida dos materiais de pinhão manso.

Amostra	PDR (g/kg MO)	PND (g/kg MO)	IPD (g/kg MS)
Tóxica	55,0 ^a ± 0,70	945,0 ^a ± 0,70	5,3 ^a ± 0,19
Atóxica	657,67 ^d ± 30,20	342,33 ^d ± 30,20	122,33 ^d ± 2,52
Extrusada com NaOH	122,0 ^c ± 9,33	878,0 ^c ± 9,33	58,8 ^c ± 8,88
Extrusada com Cal	197,9 ^c ± 11,77	802,01 ^c ± 11,77	37,7 ^c ± 16,21

PDR = proteína degradada no rúmen; PND = proteína não degradada no rúmen; IPD = proteína intestinal digerida; MO = Matéria Orgânica; MS = Matéria Seca.

Neste ensaio verificou-se que o material tóxico além de causar os problemas devido a toxicidade não oferece a proteína necessária para os animais, mesmo aqueles com menores exigências, pois no rúmen a degradabilidade foi muito inferior a 10% (55,0 g/kg MO ± 0,70 e a digestibilidade intestinal foi abaixo de 1% (5,3 g/kg MS ± 0,19), valores muito abaixo para utilizar este produto na nutrição de ruminantes.

As amostras destoxificadas (extrusadas com Hidróxido de Sódio e Cal) tiveram degradabilidade e digestibilidade superiores a tóxica, diferentemente do encontrado por Menezes (2010), que avaliando os tratamentos das sementes de pinhão manso com hexano obteve uma degradabilidade inferior comparando ao não tratado. Correlacionando as amostras extrusadas com Hidróxido de Sódio (NaOH) e Cal notou-se que não houve diferença entre as mesmas ($P > 0,05$), porém comparada com a amostra atóxica, essas amostras extrusadas apresentaram uma degradabilidade cerca de 5 vezes menor.

A amostra atóxica, dessa forma, apresentou degradabilidade de $657,67 \pm 30,20$ g/kg MO, muito superior as extrusadas e a tóxica, e conseqüentemente, acentuada pela proteína intestinal digerida que foi aproximadamente 24 vezes superior a amostra tóxica. Campos et al. (2000) encontrou valores próximos, aos encontrados para a amostra atóxica, para silagem de milho (PDR = 650 g/kg MO), de tal forma que esta amostra atinge um nível aceitável na dieta dos ruminantes. Em outras pesquisas mostram que este resultado atinge um nível superior do que algumas forrageiras como a braquiária (PDR = 583 g/kg MO) (Oliveira et al., 2005).

Contudo quando comparados esses valores a concentrados, como o farelo de soja (PDR = 790 g/kg MO), observa-se que este valor ainda é inferior (Oliveira et al., 2003; Goes et al., 2004).

4. CONCLUSÃO

A avaliação da torta de pinhão manso tóxica pela produção de gás demonstrou limitações na degradabilidade, fermentação e cinética ruminal, assim como as amostras extrusadas. Contudo o acesso atóxico apresentou resultados de proteína degradada no rúmen e digestibilidade intestinal indicando possível a sua utilização na dieta de ruminantes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC, **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington D.C., 1141p, 1990.

BLÜMMEL, M.; STEINGAB, H. BECKER, K. The relationship between in vitro gas production, in vitro microbial biomass yield and ¹⁵N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition*, v.77, p. 911-921, 1997.

BUENO, I.C.S. ; CABRAL FILHO, S.L.S. ; GOBBO, S.P. ; LOUVANDINI, H. ; VITTI, D.M.S.S. ; ABDALLA, A.L. Influence of inoculum source in a gas production method. **Animal Feed Science and Technology**, v. 123-4, p. 95-105, 2005.

BUENO, I.C.S.; VITTI, D.M.S.S.; LOUVANDINI, H. et al. A new approach for in vitro bioassay to measure tannin biological effects based on a gas production technique. **Animal Feed Science and Technology**, v.41, p.153-170, 2008.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PEREIRA, O.G.; VELOSO, R.G.; PEREIRA, E.S. Cinética Ruminal das Frações de Carboidratos, Produção de Gás, Digestibilidade in vitro da Matéria Seca e NDT Estimado da Silagem de Milho com Diferentes Proporções de Grãos. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, p. 2087-2098, 2000.

CAMPOS, F.P.; BOSE, M.L.V.; BOIN, C.; LANNA, D.P.D.; MORAIS, J.P.G. Comparação do Sistema de Monitoramento Computadorizado de Digestão In Vitro com os Métodos In Vivo e In Situ. **R. Bras. Zootec.** vol.29 no.2, Viçosa. 2000.

CALSAMIGLIA, S., STERN, M.D., A Three-step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. **J. Anim. Sci.** 73, p. 1459-1465. 1995.

FRANCE, J.; DHANOA, M.S.; THEODOROU, M.K. et al. A model to interpret gas accumulation profiles with in vitro degradation of ruminal feeds. **Journal of Theoretical Biology**, v.163, p.99-111, 1993.

GOES R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Degradação ruminal da matéria seca e da proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência Agrotécnica**, v.28, n.1, p.167-173, 2004.

JUNG, H.G.; MERTENS, D.R.; PAYNE, A.J. Correlation of acid detergent lignin and klason lignin with digestibility of forage dry matter and neutral detergent fiber. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n.8, p.1622-1628, 1997.

MAKKAR, H.P.S.; ADERIBIGBE, A.O.; BECKER, K. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. **Food Chemistry**, v.62, p.207-215, 1998.

MAURICIO, R.M.; ABDALLA, A.L.; VITTI, D. M. S. S.; OWEN, E.; GIVENS, I.; BUENO, I.C.S.; CABRAL, S.L.S.; Uso de líquido ruminal e fezes como fonte de inóculo para a técnica *in vitro* de produção de gases. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35. Botucatu, 1998.

MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S.; OWEN, E.; CHANNA, K.S.; THEODOROU, M.K.; Semi automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Animal Feed Science and Technology*, v.79, p. 321-330, 1999.

MENDONÇA, S.; LAVIOLA, B.G. Uso Potencial e Toxicidade da Torta de Pinhão-Mansão. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2009, Montes Claros. **Anais do Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel**, 2009.

MENEZES, D. R.; PEREIRA, L.G.R.; ARAÚJO, G.G.L.; SOUSA, L.F.; FERRARI JUNIOR, W.G.; MAURÍCIO, R.M. Influência do Tratamento Químico das Sementes na Cinética da Produção de Gases *In Vitro* do Farelo de Pinhão Mansão, In: **VI Congresso Nordestino de Produção Animal**. Mossoró, Rio Grande do Norte. 4 p. 2010.

MENKE, K.H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A.; STAINGASS, H.; FRITZ, H.; SCHNEIDER, W. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuff from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *Journal of Agriculture Science*, v.93, p. 217-222, 1979.

NSAHLAI, I.V.; UMUNNA, N.N.; NEGASSA, D. The effect of multipurpose tree digesta on *in vitro* gas production from napier grass or neutral detergent fibre. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 69, p. 519–528, 1995.

ODENYO, A.A., OSUJI, P.O., NEGASSA, D., Microbiological evaluation of forage tree leaves as ruminant feed.. **Asian-Aust. J. Anim Sci.** 12, p. 708–714, 1999.

OLIVEIRA, M.V.M.; VARGAS JUNIOR, F.M.; SANCHEZ, L.M.B. et al. Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal de alimentos por intermédio da técnica *in situ* associada à do saco de náilon móvel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.2023-2031, 2003.

OLIVEIRA, A.C.; PIRES, A.J.V.; OLIVEIRA, H.C.; PATES, N.M.S. Composição químico-bromatológica e digestibilidade *in vitro* de silagens de gramíneas tropicais tratadas com uréia. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Vol. VI, Nº 10, 2005.

PEREZ, J.R.O.; Sistema para a estimativa de digestibilidade *in vitro*. In: Simpósio Internacional de Digestibilidade em Ruminantes. **Anais**. Lavras: FAEPE; UFLA, p. 55-68, 1997.

S.A.S. INSTITUTE. **SAS User`s guide: statistics**. Cary: SAS Institute, 1999.

SOUSA JUNIOR, A.; OLIVEIRA, M.E.; ALVES, A.A. et al. Digestibilidade de dietas contendo farelo de babaçu para ovinos em terminação. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.216, p.967-970, 2007.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.48, p.185-197, 1994.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to foragens. **Journal of Animal Science**, v. 26, n.1, p.119-128, 1967.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Rumen**, 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, New York. 1994.

CAPÍTULO 3

DESEMPENHO DE OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS SUPLEMENTADOS COM PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas*)

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho, características de carcaça e parâmetros hematológicos e bioquímicos de ovinos Santa Inês suplementados com torta de pinhão manso atóxica e destoxificada. Para isto, foram feitos dois ensaios. No primeiro ensaio, de 60 dias, foram utilizados 24 cordeiros inteiros com média de $18,8 \pm 0,8$ kg de peso vivo e idade média de quatro meses. As dietas fornecidas aos animais foram feno de tifton (*Cynodon dactylon* cv. Tifton-85) e concentrados formulados com a inclusão de 20, 40 e 60% de torta de pinhão manso na PB e sem a inclusão da torta - grupo controle (CO). A pesagem e colheita de sangue foram feitas com intervalo de 15 dias. Após o período experimental, os animais foram abatidos e suas carcaças avaliadas. Não houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos para ganho de peso médio diário, conversão alimentar e peso vivo ao final do experimento assim como para todos os dados da carcaça. No segundo experimento com a torta destoxificada, também foram utilizados 24 cordeiros inteiros com média de $17,7 \pm 1,3$ kg de peso vivo e idade média de quatro meses, seguindo o mesmo protocolo experimental do primeiro. Durante o desempenho houve 3 perdas no grupo com 60% de inclusão da torta, sendo que na necropsia pode-se observar congestão nos intestinos, úlceras no abomaso, linfonodos mesentéricos edematosos, congestão hepática, flacidez no coração, congestão e edema pulmonar. Outros animais dos grupos com inclusão da torta apresentaram diarreia, secreção nasal, inapetência, desidratação e dispnéia. Então o desempenho foi suspenso com 40 dias e após este período experimental, os animais foram pesados e foram feitas as medidas biométricas. Onde os tratamentos que receberam o pinhão manso destoxificado tiveram desempenho inferior ao controle, havendo diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para ganho de peso médio diário, conversão alimentar e peso vivo ao final do experimento assim como para a maioria dos dados da biometria. Desta forma, a torta de pinhão manso atóxica se mostrou promissora para a nutrição de ruminantes até os níveis estudados, no entanto, a detoxificação da torta em 80% para o éster de forbol, não foi suficiente para que os animais tivessem um desempenho satisfatório.

Palavras-chave: carcaça, destoxificação, éster de forbol, nutrição, ruminantes.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the performance, carcass characteristics and hematological and biochemical parameters of Santa Ines sheep supplemented with nontoxic and detoxified physic nut meal. For this, two trials were made. In the first trial, with 60 days, was used 24 lambs with an average of 18.8 ± 0.8 kg body weight and average age of four months. The animals were given diets with Tifton hay (*Cynodon dactylon* cv. Tifton-85) and concentrates formulated to include 20, 40 and 60% of physic nut meal in CP and one without the inclusion of the meal - the control group (CO). After this trial period, the animals were slaughtered and their carcasses was evaluated. There was no difference ($P < 0.05$) among treatments for average daily weight gain, feed conversion and body weight at the end of the experiment as well as all data from the slaughter. The second trial with the detoxified physic nut meal, also conducted with 24 lambs with an average of 17.7 ± 1.3 kg body weight and average age of four months. And diets were balanced as the first trial. During the trial, there were three losses in the group with 60% inclusion of the meal, with the necropsy could be observe: congestion in the intestines, abomasal ulcers, edematous mesenteric lymph nodes, liver congestion, laxity in the heart, pulmonary congestion and edema. Others animals from the groups with the inclusion of the physic nut meal had diarrhea, runny nose, poor appetite, dehydration, and dyspnea. Then, the performance was suspended with 40 days and after this trial period, the animals were weighed and biometric measurements were made. There were differences ($P > 0.05$) among treatments for average daily weight gain, feed conversion and body weight at the end of the experiment as well as for most biometric data. Thus, the nontoxic physic nut meal has shown considerable promise for ruminant nutrition to the studied levels, however, the detoxification of the meal studied at 80% for the phorbol ester, was not enough to the animals had a satisfactory performance.

Keywords: carcass, detoxification, nutrition, phorbol ester, ruminant.

1 . INTRODUÇÃO

A ovinocultura apresenta uma etapa crescente em vários países. No Brasil, atualmente, o consumo anual de carne ovina por pessoa está próximo de 700 gramas. Contudo a produção interna não atende esta demanda e conseqüentemente há a importação dessa carne de outros países (Couto, 2001; Simplício, 2001). Destaca-se que a qualidade da carne produzida está diretamente relacionada com a qualidade da dieta que o animal consome. De tal forma os animais mantidos em regime exclusivo de pastagens apresentam maior conversão alimentar e demoram mais tempo para atingir o peso de abate (Macedo, 2000).

A utilização desses co-produtos da agroindústria tem sido empregada principalmente visando a amortização dos custos da produção. Estudos comprovam que resíduos, subprodutos e co-produtos da indústria do biodiesel podem apresentar teores satisfatórios de energia e proteína, suprimindo a exigência nutricional e substituindo ingredientes comumente utilizados, como a soja e o milho. Os resíduos protéicos e energéticos são os mais utilizados a fim de atender as necessidades nutricionais dos animais. Dentre estes resíduos, a torta de pinhão manso ainda não é utilizada pois é um sub-produto tóxico.

Atualmente, a área plantada no país é de 20 mil hectare (ha) com tendência de expansão nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Destacando que mais de 80% desses plantios tem idade inferior a 3 anos. E sabendo que em 1 ha de pinhão manso, produz em média 5000 kg de grãos por ano e conseqüentemente a produção de torta residual é por volta de 3250 kg por ano. Dessa forma, com toda a área já plantada no país, pode-se estimar uma produção anual de torta em 65 mil toneladas que atualmente são utilizadas para adubação de plantas e logo possuem um baixo valor agregado. (Mendonça & Laviola, 2009).

O uso do pinhão manso em animais monogástricos está impossibilitado pois este alimento apresenta tanto o ácido fítico com um alto teor de fibra (cerca de 70% de FDN e

50% de FDA). Estes valores de fibra também se tornam limitantes para os ruminantes principalmente na aceitabilidade e degradabilidade deste resíduo (Oliveira, 2010).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho e a qualidade da carcaça de ovinos da raça Santa Inês alimentados com diferentes níveis de pinhão manso atóxico (primeiro ensaio) e destoxificado (segundo ensaio) na dieta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

Foram realizados dois experimentos de desempenhos, um utilizando o pinhão manso sem éster forbol (atóxico) e outro desempenho com a torta destoxificada a 80% no Centro de Manejo de Ovinos na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, com altitude de 1.080 m, em relação ao nível do mar, e localizada a 15°94'50" latitude Sul e 47°93'15" longitude Oeste

2.2 Fonte de pinhão manso

O primeiro desempenho utilizou-se torta de pinhão manso atóxica (teor de éster de forbol = não detectado). Essa torta foi adquirida em uma propriedade no Mato Grosso do Sul e foi fornecida pela Embrapa Agroenergia, após o processo de extração do óleo das sementes por prensa mecânica.

No segundo desempenho o processo foi o mesmo, porém por se tratar de um acesso não tóxico, a torta passou por um processo de destoxificação no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) em Campinas-SP. Este processo reduziu em 80% a concentração de éster de forbol na torta utilizada na dieta dos animais e destoxificadas resultando em um teor de éster de forbol de 0,12 mg/g.

2.3 Prova de desempenho com torta atóxica

Este primeiro experimento teve duração de 70 dias, e foi realizado de julho a setembro de 2010, no período da seca. Foram utilizados 24 ovinos da raça Santa Inês, com idade

aproximada de 4 meses e peso vivo médio $21 \pm 1,9$ kg. Os animais foram submetidos a um período de adaptação em baias individuais por 10 dias.

Durante o confinamento, os animais foram divididos em quatro tratamentos tendo seis animais em cada. Cada animal foi posto em baia individual onde recebia o concentrado, o volumoso e a água. As dietas foram balanceadas para que fossem isoprotéicas (18% PB) e isoenergéticas (80% NDT). O pinhão manso foi inserido nas dietas de forma a substituir, gradativamente, a proteína total. Desta forma, os tratamentos utilizados foram: Controle (27% de farelo de soja e 73% de milho); 20% de substituição (22% de farelo de soja, 10% de torta de pinhão manso e 68% de milho); 40% de substituição (18% de farelo de soja, 20% de torta de pinhão manso e 62% de milho), e 60% de substituição (14% de farelo de soja, 30% de torta de pinhão manso e 56% de milho).

A água e o volumoso (feno de tifton, *Cynodon dactylon* cv. Tifton-85) foram fornecidos *ad libitum*. Já o concentrado foi fornecido assumindo um consumo de 3% do peso vivo (PV) de forma que a dieta possibilitasse a mesma disponibilidade de proteína e energia. A análise bromatológica dos alimentos ofertados se encontra na tabela 1.1. Também foi fornecido aos animais uma suplementação mineral diariamente junto com o concentrado, tomando como exigência em fósforo 2,5 g/dia para um animal de 20 kg.

Tabela 3.1 - Composição bromatológica dos volumosos e concentrados utilizados no primeiro desempenho.

Parâmetros	Feno de tifton	Controle	Grupo 20% de inclusão	Grupo 40% de inclusão	Grupo 60% de inclusão
Matéria seca (%)	87,2	87,90	88,30	88,70	89,00
Proteína bruta (%)	6,88	20,10	20,08	20,05	20,03
Fibra em detergente neutro (%)	75,9	10,80	14,00	17,14	20,01
Fibra em detergente ácido (%)	41	5,70	7,02	8,84	10,60
Extrato etéreo (%)	0,79	3,51	3,89	4,21	4,55
Matéria mineral (%)	5,1	1,99	1,87	1,79	1,72
Nutrientes digestíveis totais ¹ (%)	53,4	81,00	80,80	80,70	80,70

¹ O NDT foi calculado a partir da fórmula do FDA (Harlan et al., 1991).

Para o cálculo de consumo do volumoso, foram coletadas as sobras 3 vezes na semana (segundas, quartas e sextas-feiras), não foram pesadas sobras de concentrado uma vez que este era totalmente consumido pelos animais. O controle do desempenho foi realizado a partir das pesagens individuais dos animais no primeiro dia e em cada 15 dias ao longo do

experimento. Estas pesagens eram realizadas previamente ao fornecimento de concentrado e volumoso. Após as pesagens dos ovinos foi feita colheita de sangue por meio de punção da veia jugular com uso de tubos à vácuo com e sem anticoagulante (EDTA).

O exame de hemograma foi feito com a utilização de um contador automático da marca ABX, modelo 22P ABX Micros 60. Para as provas bioquímicas (albumina, creatinina, uréia, GGT e AST) foram utilizados os soros após remoção dos coágulos formados com sangue colhido sem anticoagulante. Para realização desses exames, o soro sanguíneo foi descongelado e foram então feitas as análises utilizando kits bioquímicos Labtest® e aparelho de espectrofotometria Bioplus, modelo Bio-2000.

Antes do início do experimento e a cada 15 dias foram realizados exames de ovos por grama de fezes (OPG) segundo a técnica de Gordon e Whitlock (1939), para verificação de infecção por endoparasitas e vermifugados com Levamisol e Sulfaquinoxalina, quando necessário.

2.4 Abate do primeiro desempenho

O abate destes animais do primeiro ensaio de desempenho foi realizado após 16 horas de jejum segundo as normas vigentes no RISSPOA (Brasil, 1997), sendo que previamente a este abate foi feita a pesagem individual dos animais para a obtenção do peso vivo em jejum (PVJ). A insensibilização dos animais foi feita por choque elétrico para que então ocorresse a sangria.

Após a sangria e evisceração (Figura 3.1), foi obtida a carcaça inteira do animal, determinando o peso de carcaça quente (PCQ), conforme Figura 3.2, e o rendimento de carcaça quente (RCQ), através da equação: $RCQ=PCQ/PVJ*100$. As carcaças foram resfriadas em câmara frigorífica com temperatura inferior a $4^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ por 24 horas. Após esse período, a carcaça foi novamente pesada e obteve-se o peso da carcaça fria (PCF). Para o cálculo o rendimento de carcaça fria (RCF) utilizou-se a fórmula: $RCF=PCF/PVJ*100$ e a para perda por resfriamento (PR), $PR=(PCQ-PCF)/PCQ*100$. Em seguida, foi realizado um corte longitudinal ao longo da coluna vertebral partindo a carcaça ao meio.



Figura 3.1 - Preparo para o procedimento de evisceração após a sangria. Fonte: Arquivo pessoal



Figura 3.2 - Carcaça de ovinos após a esfola, evisceração e retirada da cabeça e extremidade dos membros. Fonte: Arquivo pessoal

Concomitantemente e após essa sangria foi feita a esfolagem com posterior evisceração na qual foram pesadas as vísceras em dois grupos: Grupo A (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos) e Grupo B (língua, esôfago, traqueia, pulmão, coração, fígado e rins). Também foram pesados a pele e os testículos de todos os animais. Durante este mesmo processo de abate foram mensurados a circunferência escrotal e a espessura da pele.

Durante a pesagem da carcaça fria, realizou-se do mesmo modo os seguintes procedimentos: pesagem da meia-carcaça, do pescoço, da paleta, do lombo, das costelas, da fralda e do pernil. Os pesos dessas peças cárneas foram todos obtidos da meia-carcaça esquerda conforme a Figura 3.3.



Figura 3.3 - Cortes realizados na meia-carcaça esquerda de um ovino. Fonte: Cardoso, 2008.

2.5 Prova de desempenho com torta destoxificada

Este segundo desempenho teve duração de 50 dias, pelo fato dos animais não estarem apresentando desempenho satisfatório (perda de peso e presença de sinais clínicos de intoxicação), sendo realizado de abril a maio de 2011, no período da seca. Foram utilizados 23 ovinos da raça Santa Inês, com idade aproximada de 4 meses e peso vivo médio $17,2 \pm$

2,90 kg. Os animais foram submetidos a um período de adaptação em baias individuais por 10 dias.

Este ensaio utilizou a mesma metodologia e os mesmos tratamentos que os usados no primeiro desempenho, havendo diferenciação apenas na toxicidade do pinhão manso utilizado e o grupo controle que teve cinco repetições ao invés de seis. Na tabela 3.2 segue os dados da composição bromatológica dos alimentos oferecidos aos animais.

Tabela 3.2 - Composição bromatológica dos volumosos e concentrados utilizados no segundo desempenho.

Parâmetros	Feno de tifton	Controle	Grupo 20% de inclusão	Grupo 40% de inclusão	Grupo 60% de inclusão
Matéria seca (%)	83,99	87,43	87,71	87,99	88,27
Proteína bruta (%)	11,08	20,03	19,94	19,92	19,89
Fibra em detergente neutro (%)	81,9	12,47	14,49	16,80	18,50
Fibra em detergente ácido (%)	36,9	6,78	8,15	10,01	11,88
Extrato etéreo (%)	0,83	3,42	4,48	5,52	6,56
Matéria mineral (%)	7,56	2,73	2,79	2,90	3,02
Nutrientes digestíveis totais ¹ (%)	56,4	80,50	80,49	80,48	80,47

¹ O NDT foi calculado a partir da fórmula do FDA (Harlan et al., 1991).

2.6 Biometria do segundo desempenho

No final deste desempenho não foi realizado o abate pois a maioria dos animais não alcançou o peso mínimo ideal para realização do mesmo. Então realizou-se a pesagem dos animais e foram feitas as medições biométricas. Nas quais, foram retiradas as seguintes medidas no quadragésimo dia de confinamento: Altura de cernelha, altura de garupa, comprimento corporal, circunferência de canela, circunferência escrotal, circunferência de pernil e perímetro torácico. Sendo que:

- Altura de cernelha e de garupa: Mensuração realizada utilizando-se uma fita métrica, graduada em centímetros, medindo-se a distância vertical entre região da cernelha/garupa e o solo, com o animal em posição correta de aprumos;
- Comprimento corporal: Mensuração realizada utilizando-se uma fita métrica graduada em centímetros. Foi medida a distância entre a base do pescoço e a base da cauda;

- Circunferência de canela: medida da circunferência na região mediana da canela do membro anterior esquerdo;
- Circunferência de pernil: medida da circunferência na região mediana da parte do membro esquerdo;
- Perímetro torácico: Mensuração tomada mediante utilização de fita métrica graduada em centímetros, medindo-se a circunferência da região da cernelha ao esterno, passando-se a fita pela região das axilas.

2.7 Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 6 repetições, com exceção do grupo controle no segundo ensaio, o qual continha 5 repetições. Para as análises estatísticas utilizou-se o programa SAS (2003), sendo que para as medidas repetidas empregou-se o procedimento MIXED e para as variáveis tomadas uma vez o procedimento ANOVA, usando os procedimentos de regressões polinomiais com nível de significância a 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Desempenho com torta de pinhão manso atóxica

O peso inicial, a ingestão de ração (volumoso+concentrado) diária, o ganho em peso médio diário (GMD) e a conversão alimentar dos ovinos estão representados na Tabela 3.3. A ingestão média de concentrado e volumoso observada neste trabalho (1020,1 g/dia) esteve dentro da recomendação do NRC (2006) para ovinos com maturidade tardia, de 820 g de MS/dia, sendo 150 g/dia de concentrado, para animais de 20 kg de peso vivo (peso inicial) e de 1,05 kg de MS/dia para animais com 30 kg de peso vivo (peso final esperado).

Tabela 3.3 Peso inicial, consumo de matéria seca diária e desempenho de ovinos alimentados com ou sem torta de pinhão manso atóxica.

	CO ¹	20%	40%	60%	CV ² (%)	Regressão	
						Linear	Quadrática
Peso inicial (kg)	19	19	19	18,1	4,9	NS ³	NS
Consumo total (g/dia)	1053,8	1002,1	1013,8	1010,7	21	NS	NS
GMD (g/ animal/dia)	137	122	129	116	17	NS	NS
Conversão alimentar	7,8	7,3	7,6	6,9	15	NS	NS

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de torta e pinhão manso); 20%: inclusão de 20% de pinhão manso na PB; 40%: inclusão de 40% de pinhão manso na PB; 60%: inclusão de 60% de pinhão manso na PB;

²CV = coeficiente de variação;

³NS = não significativo.

O consumo de MS total não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) entre os diferentes tratamentos. Verificou-se, portanto, que a torta de pinhão manso atóxica foi bem aceita pelos animais e ainda houve o mesmo estímulo de consumo de volumoso quando comparada a ração com farelo de soja uma vez que a quantidade ofertada de concentrado foi a mesma em todos os tratamentos.

O ganho médio diário variou de 116 a 137 g/animal/dia não havendo diferença significativa entre os tratamentos. Estes valores estão próximos daqueles encontrados em ovinos da raça Santa Inês com dieta contendo 60% de volumoso e 40% de concentrado em animais confinados (Louvandini et al., 2007; Souza et al., 2008). Da mesma forma não houve diferença na conversão alimentar ($P < 0,05$), mesmo para o tratamento que recebeu 60% de torta de pinhão manso atóxica e o controle, o que sugere bom aproveitamento da ração e comprovando que não houve problemas de aceitabilidade da torta de pinhão manso atóxica.

Os dados referentes as pesagens e características das carcaças deste desempenho estão na Tabela 3.4, verificando que o peso final, peso em jejum, peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça quente (RCQ) e as perdas no resfriamento (PR) não tiveram efeito significativo ($P > 0,05$).

Tabela 3.4 Características da carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com ou sem torta de pinhão manso atóxica.

	CO ¹	20%	40%	60%	CV ² (%)	DP ³	Regressão	
							Linear	Quadrática
Peso final (kg)	29,4	28,4	28,6	28,5	6,23	2,5	NS ⁴	NS
PVJ (kg)	26,75	26,6	27,3	25,2	5,99	2,45	NS	NS
PCQ (kg)	10,6	11	11,2	11,5	0,97	0,99	NS	NS
PCF (kg)	10,18	10,65	10,81	11,09	0,69	0,83	NS	NS
RCQ (%)	39,9	41,67	40,99	45,81	18,32	4,28	NS	NS
RCF (%)	38,34	40,35	39,64	44,25	20,48	4,53	$P < 0,05$	NS
PR (%)	3,76	3,15	3,03	3,36	38,79	3,29	NS	NS

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de torta e pinhão manso); 20%: inclusão de 20% de pinhão manso na PB; 40%: inclusão de 40% de pinhão manso na PB; 60%: inclusão de 60% de pinhão manso na PB;

²CV = coeficiente de variação

³DP = desvio padrão

⁴NS = não significativo

Apesar de todos os animais apresentarem pesos semelhantes em jejum, o RCF apresentou regressão linear positiva ($y = 0,08x + 38,24$, $R^2 = 0,31$ $P < 0,05$) como mostra a Figura 3.4. Ou seja, quanto maior a inclusão de torta, maior o rendimento de carcaça fria. Estes valores foram maiores para o grupo com 60% de inclusão (RCF = 44,25%) o que demonstrou um inesperado melhor rendimento que o controle. Este melhor rendimento pode ser ocasionado pela alta degradabilidade que a torta atóxica apresentou segundo dados descritos no capítulo 2, e apesar de R^2 ser baixo, há uma necessidade de estudar mais estes fatores que podem ter influenciado o melhor rendimento de carcaça.

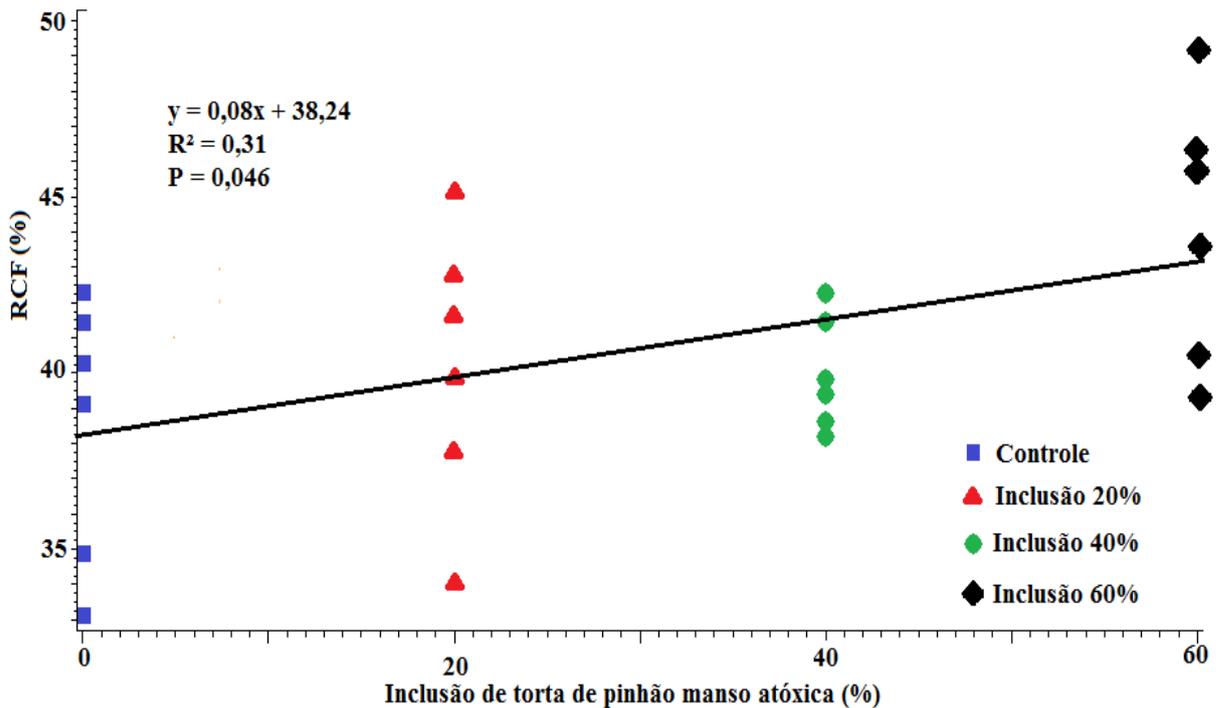


Figura 3.4 - RCF (%) em função da inclusão da torta de pinhão manso atóxico.

Sousa et al. (2009) encontraram um RCQ e RCF iguais a 45,3 e 42,4%, respectivamente, em ovinos Santa Inês alimentados com uma dieta de 60% de volumoso e 40% de concentrado e pesando média de 30 kg ao abate. Assim, temos que os tratamentos utilizados possuíram um rendimento um pouco abaixo do esperado, pois RCQ e RCF tiveram uma média de 42,09 e 40,70%, respectivamente, mesmo para o grupo controle e foram avaliados como rendimento comum de acordo com Silva Sobrinho (2001).

Outros autores encontraram valores que comprovam um menor rendimento neste desempenho, como Garcia et al. (2000) obteve um RCQ de 53 % em cordeiros da raça Santa Inês confinados com casca de café. Urano et al. (2006), já encontraram valores menores para cordeiros Santa Inês com diferentes níveis de grão de soja na alimentação, verificaram RCQ e RCF com médias de 49 e 48%, respectivamente. Estes rendimentos, um pouco abaixo do encontrado na literatura, são esclarecidos principalmente ao fato do peso final dos animais influenciar o rendimento (Carvalho, 1998), deste modo, os animais abatidos nos demais experimentos tiveram pesos superiores a 30 kg e no ensaio avaliado os animais foram abatido com peso final médio de 28,7 kg. Assim como o PCQ e PCF, que não tiveram efeito significativo ($P > 0,05$), com uma média de 11,11 e 10,71 kg, respectivamente.

A perda por resfriamento (PR) expressa a diferença de peso da carcaça ante e depois resfriamento, estando relacionada, sobretudo, com a quantidade de gordura de cobertura e a

perda de umidade. As perdas de peso por resfriamento (PR) variaram de 3,03 a 3,76%, com média de 3,3%, valores abaixo do mencionado por Alves et al. (2003), Urano et al. (2006) e Cunha et al. (2008), e não foram diferentes entre si ($P>0,05$) demonstrando que as dietas com diferentes níveis de torta de pinhão manso atóxica foi semelhante ao controle.

Contudo, as PR observadas neste desempenho foram menores que as de 4,91; 3,04; 4,30 e 3,34% obtidas por Siqueira et al. (2001) ao avaliar o rendimento de carcaça de ovinos Ille de France x Corriedale, abatidos com pesos corporais de 28, 32, 36 e 40 kg, respectivamente. De acordo com Martins et al. (2000), em ovinos, a perda por resfriamento, geralmente, está em torno de 2,5%, podendo ocorrer oscilação entre 1 e 7% (dentro da média obtida no experimento), de acordo com a uniformidade da cobertura de gordura, o sexo, peso, temperatura e umidade relativa da câmara fria.

As medidas e as pesagens dos corte no abate, de acordo com a Tabela 3.5, não apresentaram nenhuma diferença significativa entre os grupos ($P>0,05$), demonstrando que os tratamentos com diferentes níveis de pinhão manso apresentaram a mesma produção que o grupo controle. Os valores obtidos foram próximos aos obtidos por outros autores que utilizaram confinamento para ovinos da raça Santa Inês como Louvandini et al. (2006) e Cunha et al. (2008).

Tabela 3.5 Medidas no abate e peso dos cortes* da carcaça de ovinos de ovinos Santa Inês alimentados com ou sem torta de pinhão manso atóxica.

	CO ¹	20%	40%	60%	CV ² (%)	Regressão	
						Linear	Quadrática
Meia carcaça (kg)	5,449	5,527	5,289	5,149	8,97	NS ³	NS
Pernil (kg)	1,822	1,825	1,803	1,74	2,13	NS	NS
Costela (kg)	1,443	1,408	1,384	1,319	3,81	NS	NS
Paleta (kg)	1,058	1,089	1,019	1,003	0,92	NS	NS
Lombo (kg)	0,373	0,379	0,34	0,298	5,01	NS	NS
Pescoço (kg)	0,466	0,504	0,448	0,505	3,99	NS	NS
Fralda (kg)	0,288	0,321	0,294	0,283	1,42	NS	NS
Peso Pele (kg)	2,08	1,98	2,1	2,21	12,45	NS	NS
Espessura de Pele (mm)	4,3	3,75	4,2	3,65	6,48	NS	NS
Testículos (g)	246,67	250	211,7	243,33	4,25	NS	NS
Circunferência escrotal (cm)	21,83	21,5	20,9	23	7,17	NS	NS
Vísceras Torácicos (kg)	0,94	0,97	1	0,9	1,6	NS	NS
Vísceras Abdominais (kg)	0,58	0,6	0,6	0,55	3,3	NS	NS

*cortes feitos na meia carcaça esquerda

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de torta e pinhão manso); 20%: inclusão de 20% de pinhão manso na PB; 40%: inclusão de 40% de pinhão manso na PB; 60%: inclusão de 60% de pinhão manso na PB;
²CV = coeficiente de variação;
³NS = não significativo.

Confrontando os quatro tratamentos utilizados, verificamos que os animais alimentados com uma ração preparada a base de farelo de soja (controle) obtiveram os mesmos resultados no desempenho, nas características de carcaça e nos cortes comerciais que os animais alimentados com até 60% de inclusão da torta de pinhão manso atóxico na proteína desta ração. Sugerindo assim, que o resíduo de pinhão manso atóxico (não havendo presença do éster de forbol), anteriormente descartado pelas indústrias sem valor econômico, é possível ser utilizados na nutrição de ruminantes obtendo bons resultados econômicos e na produção.

3.2 Parâmetros Sanguíneos do desempenho com torta de pinhão manso atóxica

Os exames sanguíneos realizados não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) ao longo do experimento, e todas as concentrações observadas estavam dentro dos valores de referências estabelecidos por Pugh (2005), conforme observado na Tabela 3.6. Assim, não houve efeito de tratamento para as variáveis: número de hemácias, concentração de hemoglobina, número de leucócitos, volume globular (hematócrito) e o número de plaquetas por mL sanguíneo.

Tabela 3.6 Hemograma de ovinos alimentados com ou sem torta de pinhão manso atóxica.

Hemograma	CO ¹	20%	40%	60%	Valores de referência*	Regressão	
						Linear	Quadrática
Hemácias ($\times 10^6/\text{mL}$)	9,81	9,37	9,51	9,57	9 a 15	NS ²	NS
Hemoglobina (g/100mL)	10,28	10,25	9,77	9,75	9 a 15	NS	NS
Hematócrito (%)	32,33	31,17	31	31,17	27 a 45	NS	NS
Leucócitos ($\times 10^3/\text{mL}$)	7,32	9,37	9,45	10,18	4 a 12	NS	NS
Plaquetas ($\times 10^3/\text{mL}$)	587,83	757,7	593,7	612,8	205 a 705	NS	NS

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de torta e pinhão manso); 20%: inclusão de 20% de pinhão manso na PB; 40%: inclusão de 40% de pinhão manso na PB; 60%: inclusão de 60% de pinhão manso na PB;
²NS = não significativo;
* Valores considerados normais por Pugh (2005).

Os valores referentes às avaliações bioquímicas (aspartato aminotransferase (AST); gama glutamil transferase (GGT); creatinina e albumina) do soro sanguíneo dos animais avaliados também não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) ao longo do

experimento, conforme a Tabela 3.7. As avaliações realizadas no soro sanguíneo dos animais se apresentaram dentro dos valores de referência (Viana, 2007), indicando que não houve comprometimento das funções hepática e renal nos animais avaliados.

Tabela 3.7 Parâmetros sorológicos de ovinos alimentados com ou sem torta de pinhão manso atóxica.

Parâmetros sorológicos	CO ¹	20%	40%	60%	Valores de referência*	Regressão	
						Linear	Quadrática
AST (UI/L)	135	110,67	100,17	129,83	98 a 278	NS ²	NS
GGT (UI/L)	51,5	49,67	34,33	44,17	20 a 52	NS	NS
Creatinina (mg/100mL)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2 a 1,9	NS	NS
Albumina (g/100mL)	3,31	2,78	3,17	2,41	2,4 a 3,9	NS	NS

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de torta e pinhão manso); 20%: inclusão de 20% de pinhão manso na PB; 40%: inclusão de 40% de pinhão manso na PB; 60%: inclusão de 60% de pinhão manso na PB; ²NS = não significativo;

* Valores considerados normais por Viana (2007).

No período experimental de 60 dias não foram observados sintomas clínicos nos animais, como diarreia, dispnéia, desidratação e inapetência observadas por outros autores que suplementaram ovinos com pinhão manso (Ahmed & Adam, 1979a; Ahmed & Adam, 1979b; Araújo, et al., 2010), comprovados pelos parâmetros sanguíneos ao longo do experimento não havendo diferença entre os grupos ou mesmo dados fora dos valores e referência.

Em ensaios com pinhão manso tóxico, por muitas vezes são interrompidos logo no início quando são constatadas as intoxicações (Araújo, et al., 2010), dessa forma são feitas várias análises de intoxicação e necropsias e praticamente nenhuma análise de parâmetros sanguíneos. Neste desempenho, usou-se este material atóxico que foi bem aceito pelos animais, não havendo a baixa aceitabilidade descrita por Makkar et al. (1998), devido à presença dos ésteres de forbol, uma vez que esta torta não tinha a presença desse éster.

3.3 Desempenho com torta de pinhão manso destoxificada

O peso inicial, a ingestão de ração (volumoso+concentrado) diária, o ganho em peso médio diário (GMD) e a conversão alimentar dos ovinos estão representados na Tabela 3.8. A ingestão média de concentrado e do volumoso encontrada neste desempenho (782,5 g/dia) foi avaliada como abaixo, com exceção do grupo controle (890,30 g/dia), quando conferidas com

a recomendação para ovinos com maturidade tardia do NRC (2006), de 820 g de MS/dia para animais de 20 kg de peso vivo e de 1,05 kg de MS/dia para animais com 30 kg de peso vivo.

Tabela 3.8. Peso inicial, consumo de matéria seca diária e desempenho de ovinos alimentados com ou sem torta de pinhão manso destoxificada.

	CO ¹	20%	40%	60%	CV ² (%)	Regressão	
						Linear	Quadrática
Peso inicial (kg)	17,3	17,3	17	17,3	8,39	NS ³	NS
Consumo total (g/dia)	890,3	728,36	588,59	569,6	24,77	P<0,05	NS
GMD (g/animal/dia)	146,5	11,7	-42,1	-135	29,4	P<0,05	NS
Conversão alimentar	6,08	0,72	-1,97	-4,37	27,8	P<0,05	NS

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de torta e pinhão manso); 20%: inclusão de 20% de pinhão manso na PB; 40%: inclusão de 40% de pinhão manso na PB; 60%: inclusão de 60% de pinhão manso na PB;

²CV = coeficiente de variação;

³NS = não significativo.

Tanto o consumo total (g/dia), GMD (g/animal/dia) e a conversão alimentar apresentaram redução a medida que a torta destoxificada foi incluída na dieta, representando assim relações lineares negativas. Dessa forma, o consumo de MS total foi menor no grupo que recebeu 60% de inclusão na PB, conforme figura 3.5, provavelmente ocasionado pela aceitabilidade do pinhão manso descrita por Makkar et al. (1998), devida à presença dos ésteres de forbol. Observa-se, assim, que a torta de pinhão manso destoxificada não foi bem aceita pelos animais e ainda houve redução no consumo de volumoso quando comparada a ração com farelo de soja uma vez que a quantidade ofertada de concentrado foi a mesma em todos os tratamentos. Essa redução no consumo também foi observada por Araújo, et al., (2010) que encontraram valores médios de 1444,92, 298,48, 191,45 e 88,68g/dia para a inclusão de 0, 15, 30 e 45% de casca do fruto do pinhão manso na dieta.

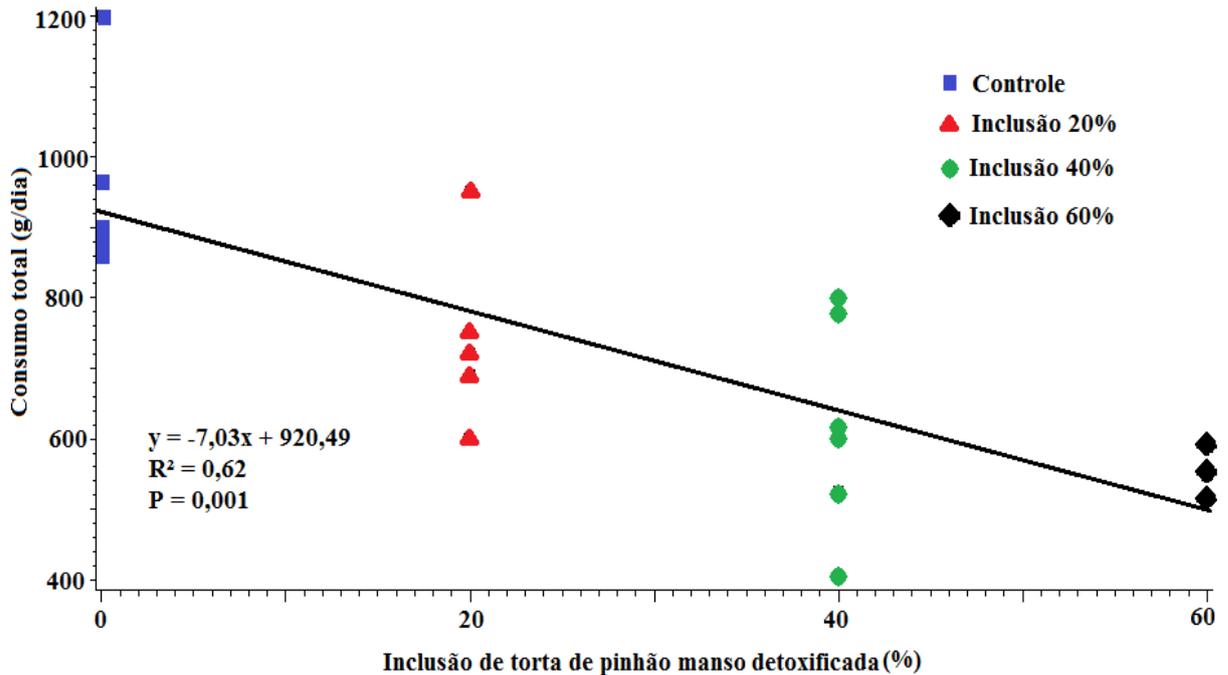


Figura 3.5 - Consumo total (g/dia) em função da inclusão da torta de pinhão manso detoxificada.

Conseqüentemente, o ganho médio diário variou de -135 a 146 g/animal/dia havendo a relação linear negativa conforme a Figura 3.6. O valor do controle se manteve próximo aos encontrados por outros autores (Louvandini et al., 2007; Souza et al., 2008), contudo os valores dos grupos com adição da torta detoxificada houve essa relação inversamente proporcional entre adição da torta e GMD.

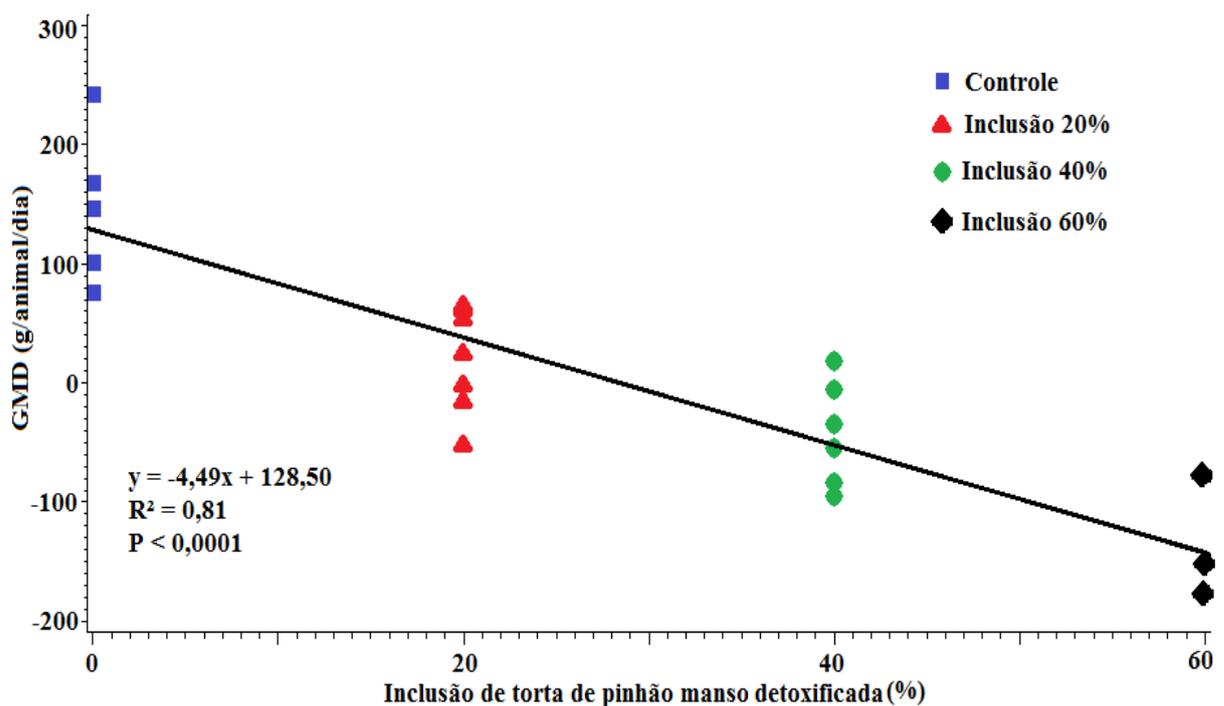


Figura 3.6 - GMD (g/animal/dia) em função da inclusão da torta de pinhão manso destoxificada.

Dessa forma, verificou-se uma conversão alimentar (Figura 3.7) muito abaixo (grupo com 20%) ou até mesmo negativa (grupos 40 e 60%) confirmando o problemas de aceitabilidade e toxicidade dessa ração que embora tenha o éster de forbol reduzido em 80%, ainda mostrou efeitos negativos na alimentação desses ruminantes. Os valores negativos de conversão alimentar significaram que apesar do consumo de volumoso e concentrado houve perdas de peso nesses animais, pois a conversão alimentar é o consumo de ração total dividido pelo ganho de peso total.

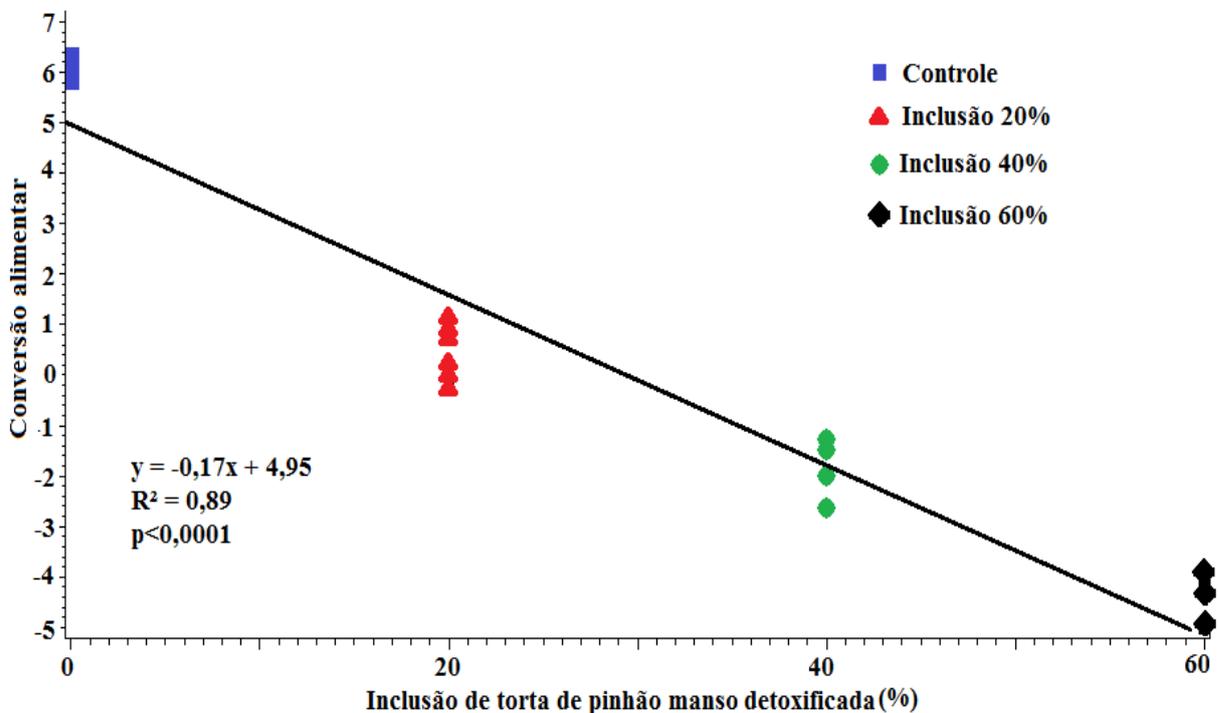


Figura 3.7 - Conversão alimentar em função da inclusão da torta de pinhão manso destoxificada.

No grupo com 60% de inclusão da torta destoxificada, houve 3 mortes, sendo uma no 14º dia, outra no 30º dia e a última no 40º dia de confinamento, levando a suspensão do experimento e do abate, este por não atingir peso e idade ideal. Estas mortes foram precedidas dos sintomas: diarreia, secreção nasal, inapetência, desidratação e dispnéia já descritas por (Ahmed & Adam, 1979a; Ahmed & Adam, 1979b; Araújo, et al., 2010) que também apareceram nos outros grupos com 20 e 40% de inclusão. Através da necropsia desse animais puderam ser observados congestão nos intestinos, úlceras no abomaso, linfonodos

mesentéricos edematosos, congestão hepática, flacidez no coração, congestão e edema pulmonar. Resultados semelhantes foram encontrados por Abdel Gadir et al. (2003) e Araújo, et al., (2010). Demonstrando a gravidade do processo de intoxicação e abrangência de lesões em diferentes ocasionada pelo forbol.

O peso final e os resultados da biometria realizada com os animais após 40 dias de desempenho está na Tabela 3.9.

Tabela 3.9 Peso final e biometria no ovinos Santa Inês alimentados com ou sem torta de pinhão manso destoxificada.

	CO ¹	20%	40%	60%	CV ² (%)	Regressão	
						Linear	Quadrática
Peso final (kg)	23,18	17,77	15,27	13,73	18,74	P<0,05	NS
Altura de cernelha (cm)	55,6	60,17	55,67	58,67	16,47	NS ³	NS
Comprimento corporal (cm)	48,5	60,75	57,67	64,67	17,05	NS	NS
Perímetro torácico (cm)	61,2	60,33	53,5	63	33,22	NS	NS
Altura de garupa (cm)	58,6	63,83	56,83	63	41,91	NS	NS
Circunferência de pernil (cm)	28,6	28,33	26	23,67	14	P<0,05	NS
Circunferência escrotal (cm)	9,5	8,5	7,6	8,67	16,92	NS	NS
Circunferência de canela	10,24	10,62	10,9	10,67	1,95	NS	NS

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de torta e pinhão manso); 20%: inclusão de 20% de pinhão manso na PB; 40%: inclusão de 40% de pinhão manso na PB; 60%: inclusão de 60% de pinhão manso na PB;

²CV = coeficiente de variação;

³NS = não significativo.

Como o ensaio foi suspenso 3 semanas antes do termino, o peso final do grupo controle foi abaixo do esperado para o fim do experimento. Contudo, os grupos com torta destoxificada tiveram um desempenho muito abaixo, ao ponto dos grupos com 40 e 60% terem os pesos finais inferiores aos iniciais, ou seja, estes animais perderam peso ao longo dos 40 dias de confinamento. Este resultado apresentou uma regressão linear negativa conforme a Figura 3.8.

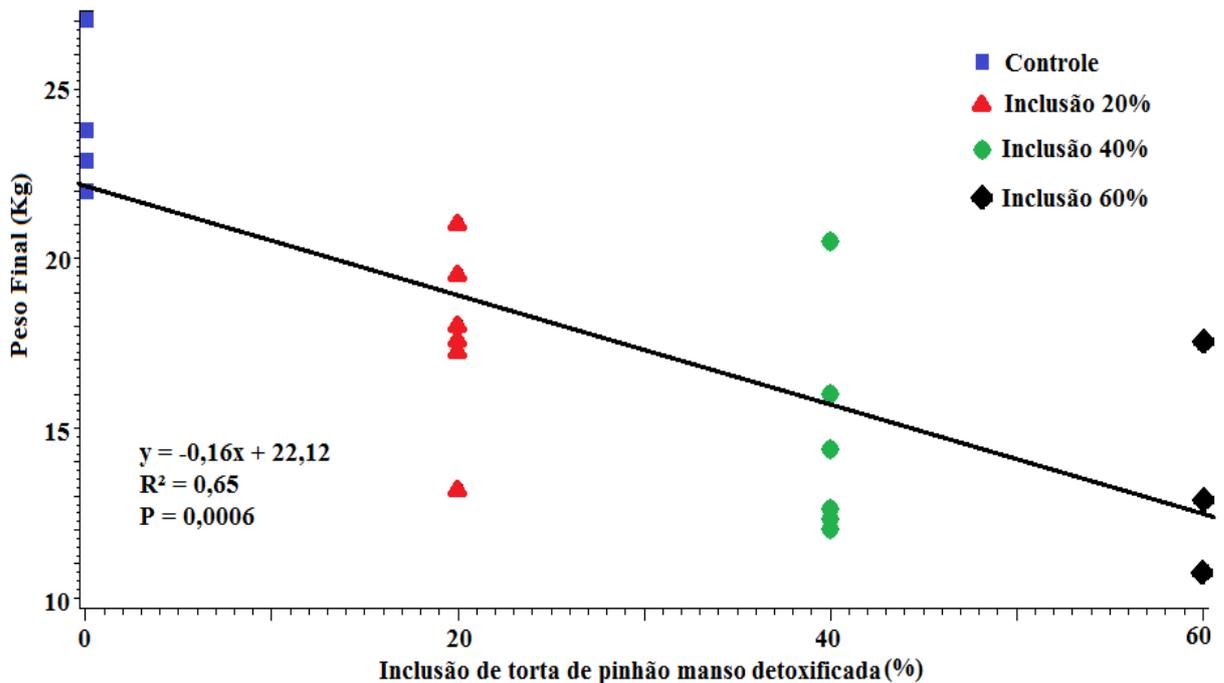


Figura 3.8 - Peso final (kg) em função da inclusão da torta de pinhão manso detoxificada.

As medidas de altura de cernelha, comprimento corporal, perímetro torácico, altura de garupa, circunferência escrotal e circunferência de canela não apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$). Entretanto, a circunferência de pernil apresentou uma relação linear negativa (Figura 3.9) e foi maior no grupo controle demonstrando maior ganho de musculatura nessa região que proporciona um corte apreciado. Já o grupo com 60% de inclusão apresentou menor resultado, indicando menor tamanho deste grupo muscular.

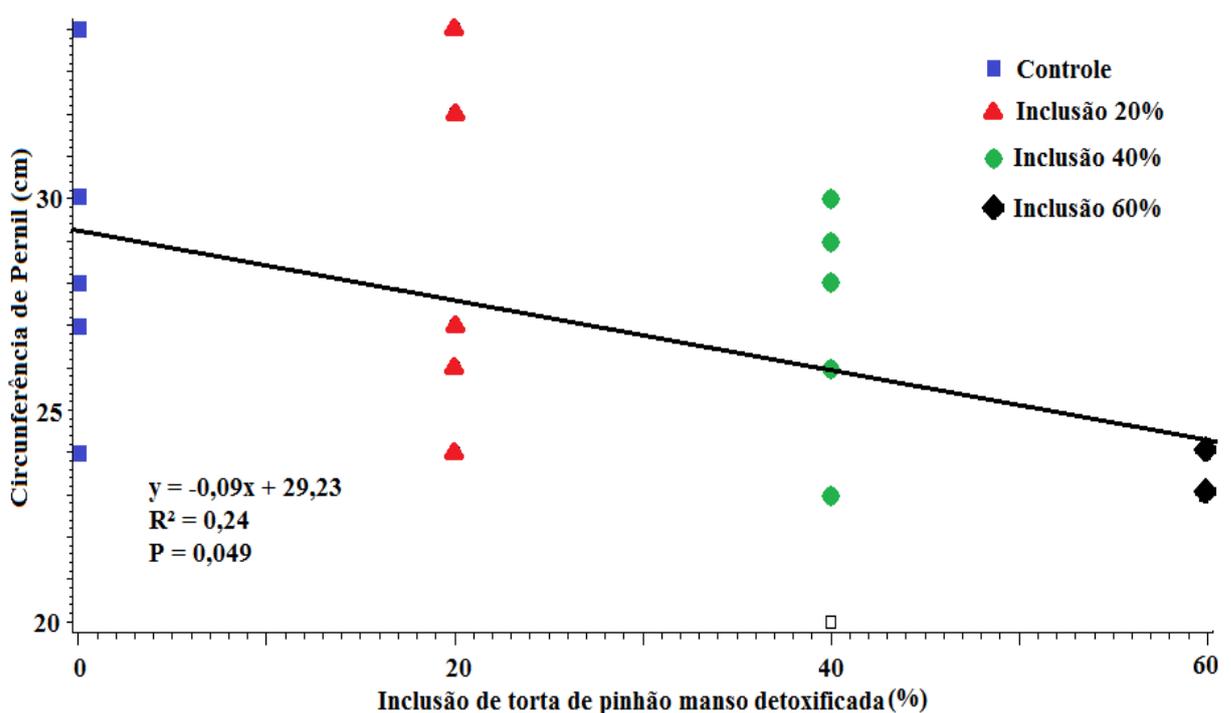


Figura 3.9 - Circunferência de pernil (cm) em função da inclusão da torta de pinhão manso destoxificada.

3.4 Parâmetros Sanguíneos do desempenho com torta de pinhão manso destoxificada

Todos os valores encontrados no hemograma realizado neste desempenho apresentaram uma relação linear negativa, com exceção da análise de plaquetas que apresentou uma relação linear positiva, conforme observado na Tabela 3.10, referências estabelecidas por Pugh (2005), e na Tabela 3.11.

Tabela 3.10 Hemograma de ovinos alimentados com ou sem torta de pinhão manso atóxica.

Hemograma	CO ¹	20%	40%	60%	Valores de referência*	Regressão	
						Linear	Quadrática
Hemácias (x10 ⁶ /mL)	9,61	8,04	6,98	4,36	9 a 15	P<0,05	NS ²
Hemoglobina (g/dL)	8,22	8,03	6,92	5,53	9 a 15	P<0,05	NS
Hematócrito (%)	29,80	27,00	24,67	19,33	27 a 45	P<0,05	NS
Leucócitos (x10 ³ /mL)	9,62	8,88	6,98	5,90	4 a 12	P<0,05	NS
Plaquetas (x10 ³ /mL)	616,2	1026,2	1066,5	1258,7	205 a 705	P<0,05	NS

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de torta e pinhão manso); 20%: inclusão de 20% de pinhão manso na PB; 40%: inclusão de 40% de pinhão manso na PB; 60%: inclusão de 60% de pinhão manso na PB;

²NS = não significativo;

* Valores considerados normais por Pugh (2005).

Tabela 3.11 Valores da regressão observada nos valores encontrados no hemograma

Hemograma	Regressão linear	R ²	P
Hemácias (x10 ⁶ /mL)	$y = -0,08x + 9,72$	0,69	0,0002
Hemoglobina (g/dL)	$y = -0,04x + 8,55$	0,48	0,0019
Hematócrito (%)	$y = -0,16x + 30,18$	0,53	0,0063
Leucócitos (x10 ³ /mL)	$y = -0,07x + 9,83$	0,28	0,14
Plaquetas (x10 ³ /mL)	$y = 9,92x + 702,92$	0,66	0,0005

Na contagem das hemácias, na hemoglobina e nos resultados do hematócrito foi possível verificar anemia a partir do décimo dia de desempenho nos animais que receberam inclusão de torta de pinhão manso na dieta, modificando esses valores, inversamente proporcional a concentração de torta destoxificada na ração. Como não houve constatação de

infecção por endoparasitas ou mesmo hemorragia severa, esta anemia pode ser explicada pela estado de subnutrição dos animais (consequente deficiência de ferro) e até mesmo as úlceras observadas na necropsia.

Segundo Latimer & Meyer (1992), os leucócitos participam na defesa do hospedeiro contra os patógenos e na vigilância e remoção dos antígenos não-próprios. Então neste desempenho não observamos leucocitose, apesar da relação linear negativa, o que significa que não houve infecções (Lopes & Cunha, 2002), e nem leucopenia ou agranulocitose que é quando a medula óssea pára a produção de glóbulos brancos, deixando o corpo desprotegido contra as bactérias e outros agentes que podem invadir os tecidos.

O alto valor de plaquetas (trombocitose) encontrados também nesses tratamentos indicam uma desidratação desses animais, provavelmente ocasionada pela diarreia presente nesses grupos. Também está relacionada a anemia por deficiência de ferro ou doenças inflamatórias. Do mesmo modo, não houve uma diminuição das plaquetas em nenhum dos grupos, a trombocitopenia, essa alteração pode ser causada por medicamentos (como intoxicação por estrógeno), microorganismos infecciosos, neoplasia, hemorragia ou ectoparasitas (Thrall et al., 2006).

Os valores referentes às avaliações bioquímicas (aspartato aminotransferase (AST); gama glutamil transferase (GGT); creatinina, uréia e albumina) do soro sanguíneo dos animais avaliados estão na Tabela 3.12.

Tabela 3.12 Parâmetros sorológicos de ovinos alimentados com ou sem torta de pinhão manso destoxificada.

Parâmetros sorológicos	CO ¹	20%	40%	60%	Valores de referência*	Regressão	
						Linear	Quadrática
AST (UI/L)	101,0	89,80	70,50	76,33	98 a 278	NS ²	NS
GGT (UI/L)	43,60	37,60	60,50	48,00	20 a 52	NS	NS
Creatinina (mg/dL)	1,20	0,59	0,70	0,57	1,2 a 1,9	NS	NS
Uréia (mg/dL)	24,80	26,60	27,67	20,33	18 a 31	NS	NS
Albumina (g/dL)	2,44	0,84	0,90	1,07	2,4 a 3,9	NS	NS

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de torta e pinhão manso); 20%: inclusão de 20% de pinhão manso na PB; 40%: inclusão de 40% de pinhão manso na PB; 60%: inclusão de 60% de pinhão manso na PB;
²NS = não significativo.

* Valores considerados normais por Viana (2007).

Os valores de uréia e GGT encontrados nos quatro tratamentos não diferiram entre si (P>0,05) e também estiveram dentro do valor de referência. Os demais parâmetros

sorológicos também não diferiram entre si. Contudo, os valores de AST, creatinina e albumina, para os grupos que tiveram inclusão da torta destoxificada, foram abaixo dos valores de referência. A aspartato aminotransferase (AST) é uma enzima de extravasamento e parte dela é encontrada livre no citoplasma de hepatócitos, sendo sua maior concentração nas membranas das mitocôndrias do fígado, músculos esquelético e cardíaco, rins e pâncreas. Sua concentração é encontrada aumentada no sangue quando há dano em um desses tecidos. No caso de queda na concentração no sangue, encontrada neste desempenho, demonstrando um quadro de subnutrição indicada pela falta da enzima no sangue para catalisar o aspartato e alfa-queroglutarato em oxaloacetato e glutamato.

A diminuição da albumina indica problemas hepáticos, renais e intestinais, além de uma subnutrição, pois a albumina é uma proteína que pode ter sua síntese reduzida pela falta de nutrientes ou mesmo danos no fígado. A creatinina é produzida pelos músculos, e com a baixa massa muscular observada e baixo peso desses animais há uma queda na produção além de indicar uma insuficiência renal (Kerr, 2003).

4. CONCLUSÃO

A torta de pinhão manso atóxica se mostrou promissora para a nutrição de ovino até os níveis estudados (60% de inclusão na PB) sem acarretar problemas no desempenho e na carcaça dos animais. Entretanto, a destoxificação da torta em 80% para o éster de forbol, não foi suficiente para que os animais tivessem um desempenho satisfatório e ausência dos sintomas comuns em casos de intoxicação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL GADIR, W.S.; ONSA, T.O.; ALI, W.E.M. et al. Comparative toxicity of Croton macrostachys, Jatropha curcas and Piper abyssinica seeds in Nubian goats. **Small Rum. Res.**, v.48, p.61-67, 2003.

AHMED, O.M.M., ADAM, S.E.I. Toxicity of Jatropha curcas in sheep and goats. **Res. Vet. Sci.**, 27: 89-96, 1979a

AHMED, O.M.M., ADAM, S.E.I. Effects of Jatropha curcas on calves. **Vet. Pathol.**, 16: 476-482, 1979b.

ALVES, K.S.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C; MEDEIROS, A.N.; NASCIMENTO, J.F.; NASCIMENTO, L.R.S.; ANJOS, A.V.A. Níveis de Energia em Dietas para Ovinos Santa Inês: Características de Carcaça e Constituintes Corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1927-1936, 2003.

ARAÚJO, V.L. ; BRITO, S.S.; NEIVA, J.N.M.; BARRETO, P.M.; FERREIRA, O.R.; LIMA, F.G. RAMOS, A.T.; FIORAVANTI, M.C.S.; MARUO, V.M.; FERREIRA, A.C.H. Inclusão de casca de pinhão-manso em dietas de ovinos: consumo voluntário e caracterização de quadro toxicológico. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.62, n.5, p.1255-1258, 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de origem Animal**. Brasília: 1997.

CARDOS, M. M. T. Desempenho e características de carcaça de ovinos da raça Santa Inês e seus cruzamentos em sistema intensivo de produção. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 109p. **Dissertação de mestrado**. 2008.

CARVALHO, S. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de cordeiros machos inteiros, machos castrados e fêmeas alimentados em confinamento**. 1998. 102 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

COUTO, F. A. A. Apresentação de dados sobre a importância econômica e social da ovinocultura brasileira. In: CNPq. Apoio à cadeia produtiva da ovinocaprinopecuária Brasileira. **Relatório Final**. Brasília, 69p. 2001.

CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; GONZAGA NETO, S. CEZAR, M.F.:. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.6, p.1112-1120, 2008.

GARCIA, I.F.F.; PEREZ, J.R.O.; OLIVEIRA, M.V. Características de carcaça de cordeiros Texel x Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.253-260, 2000.

GORDON, H.M.; WHITLOCK, H.V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of the Council for Scientific Industrial Research**, v. 12, n. 1, p. 50-52, 1939.

HARLAN, D. W.; HOLTER, J. B.; HAYES, H. H. Detergent fiber Traits to Predict Productive Energy of Forages Fed Free Choice to Nonlactating Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 1337-1353, 1991.

KERR, M.G. **Exames Laboratoriais em Medicina Veterinária**. 2. ed. São Paulo: Roca, p. 61-80. 2003.

LATIMER, K.S.; MEYER, D.J. Os leucócitos na Saúde e na Moléstia. In: ETTINGER, S.J. **Tratado de medicina Interna Veterinária**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1992. v. 4, p. 2616-2664.

LOPES, S.T.A.; CUNHA, C.M.S. **Patologia Clínica Veterinária**. 125f. Tipo de trabalho – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. 2002.

LOPES H. O. S.; TOMICH T.R.; GONÇALVES L. C.; BORGES I.; **Recomendações técnicas para a utilização da uréia pecuária na alimentação animal**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 35p.. 2000.

LOUVANDINI, H; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S.; McMANUS, C.; COSTA, D.M.; ARAÚJO, S.C. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.36, n.3, pp. 603-609. 2007.

LOUVANDINI, H.; McMANUS, C.; DALLAGO, B.S.; MACHADO, B.O.; ANTUNES, D.A.A. Evaluation of carcass traits, non-carcass components na 12th rib analysis of hair sheep supplemented with phosphorus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.550-554, 2006.

MACEDO, F.A.F.; SIQUEIRA, E.R.; MARTINS, E.N. Qualidade de carcaças de cordeiros Corriedale, Bergamácia x Corriedale e Hampshire Down x Corriedale, terminados em pastagem e confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1520-1527, 2000.

MAKKAR, H.P.S.; ADERIBIGBE, A.O.; BECKER, K. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. **Food Chemistry**, v.62, p.207-215, 1998.

MARTINS, R.C.; OLIVEIRA, N.; OSORIO, J.C.S. et al. **Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. 29p. (Boletim de Pesquisa, 21).

MENDONÇA, S.; LAVIOLA, B. G. Uso Potencial e Toxidez da Torta de Pinhão-Manso. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2009, Montes Claros. **Anais do Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel**, 2009.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. 362 p. 2006.

OLIVEIRA, P. B.; MENDONÇA, S.; CABRAL FILHO, S. L. S.; LOUVANDINI, H. Ruminal degradability of physic nut bran (*Jatropha curcas*) using gas production technique. In: **XXVI World Buiatrics Congress**. Santiago, Chile, 2010.

OWENS, F.N.; ZINN, R. Protein metabolismo f ruminant animals. In: **The Ruminant Animal-Digestive Physiology and Nutrition**. CHURCH, D.C. (ed). Long Grove, Illinois. p.227-249. 1988.

PUGH, D.G. **Clinica de ovinos e caprinos**. Ed. ROCA 1º Edição. 528 p., 2004.

SILVA SOBRINHO, A. G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p. 425-446, 2001.

SIMPLÍCIO, A. A. A caprino-ovinocultura na visão do agronegócio. **Revista CFMV**, Brasília, n. 24, p. 15-18, 2001.

SIQUEIRA, E. R.; SIMÕES, C. D.; FERNANDES, S. et al. Efeito do sexo sobre o peso ao abate sobre a produção de carne de cordeiros. Morfometria da carcaça, peso dos cortes, composição tecidual e componentes não constituintes da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1299-1307, 2001.

S.A.S. INSTITUTE. **SAS User's guide: statistics**. Cary: SAS Institute, 2003.

SOUSA, W.H.; BRITO, E.A.; MEDEIROS, A.N.; CARTAXO, F.Q.; CEZAR, M.F.; CUNHA, M.G.G.C. Características morfométricas e de carcaça de cabritos e cordeiros

terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1340-1346, 2009.

SOUZA, V.S.; LOUVANDINI, H.; SCROPFNER, E.S.; McMANUS, C.M.; ABDALLA, A.L.; GRACIA, J.A.S. Desempenho, características de carcaça e componentes corporais de ovinos deslanados alimentados com silagem de girassol e silagem de milho **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 284-291, abr./jun. 2008.

THRALL, M. A., et al. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo. Ed. Roca. 1ª edição. p. 170 a 187. 2006.

URANO, F.S.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. et al. Desempenho e características da carcaça de cordeiros confinados alimentados com grão de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.1525-1530, 2006.

VALADARES FILHO, S. B. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2. ed. – Viçosa : UFV, DZO, 2006. Xv, 329p.

VIANA, F.A.B. **Guia terapêutico veterinário**. 2 ed. 462p. 2007.

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÕES

A torta de pinhão manso mesmo destoxicada, ou seja, com teor de éster de forbol de 0,12 mg/g, não foi satisfatória na degradabilidade e no desempenho animal pois apresentou perda de peso e sintomas característicos de intoxicação. Contudo, a torta sem a presença do éster de forbol apresentou uma proteína degradada no rúmen de $657,67 \pm 30,20$ g/kg MO e no ensaio de desempenho houve um ganho de peso e características de carcaça semelhantes aos animais controle. Assim sendo, a torta sem éster de forbol se mostrou promissora para a nutrição de ovino até os níveis estudados (60% de inclusão na PB).