



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

**COPRODUTOS DO BODIESELEM SUBSTITUIÇÃO A CANA-DE-AÇÚCAR NA
AVALIAÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA**

MILENNA NUNES MOREIRA

**Patos - PB
2014**

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

**COPRODUTOS DO BIODIESEL EM SUBSTITUIÇÃO A CANA-DE-AÇÚCAR NA
AVALIAÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia, área de Concentração em Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido.

Mestranda: Milenna Nunes Moreira

Orientador: Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevêdo Silva

Coorientador(a): Heloisa Carneiro

**Patos - PB
2014**

M838C Moreira, Milenna Nunes.

Coprodutos do biodiesel em substituição a cana-de-açúcar na avaliação de gases de efeito estufa. / Milenna Nunes Moreira. - Patos - PB: [s.n], 2014.

58 f.

Orientador: Professor Dr. Aderbal Marcos de Azevêdo Silva; Co-orientadora: Heloisa Carneiro.

Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Saúde e Tecnologia Rural.

1. Alimentação de bovinos. 2. Biodiesel - resíduos. 3. Gases de efeito estufa - avaliação. 4. Bovinos - alimentação alternativa. 5. Ruminantes - nutrição. 6. Gases in vitro - degradabilidade e produção. 7. Mamona - degradabilidade. 8. Moringa - Degradabilidade. 9. Alimentação experimental de ruminantes I. Silva, Aderbal Marcos de Azevêdo. II. Carneiro, Heloisa. III. Título.

CDU:636.085.8(043)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626



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

PROVA DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: "Coprodutos de biodiesel em substituição a cana-de-açúcar na
avaliação dos gases de efeito estufa"

AUTORA: MILENNA NUNES MOREIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. ADERBAL MARCOS DE AZEVEDO SILVA

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

Prof. Aderbal Marcos de Azevedo Silva
Presidente

Dra. Heloisa Carneiro
1º Examinador

Prof. Leilson Rocha Bezerra
2º Examinador

Prof. José Moraes Pereira Filho
3º Examinador

Patos - PB, 27 de fevereiro de 2014

Prof. Onildo Guedes Rodrigues
Coordenador

Dedico:

*Aos meus pais, que me dedicaram todo esforço que puderam para que eu chegasse até aqui,
me mostraram que o amor deles é maior que tudo e que sem luta não há vitória.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus porque sem Ele nada existira e não venceria cada dia da vida.

Aos meus avós Onofre (*in memoriam*), Alouracy, João Elias e Jenecy (*in memoriam*) que me deram pais maravilhosos e que lhes deram todo o caráter e consciência de vida.

Aos meus pais Juscelino Andrade e Claudia Maria que me deram simplesmente tudo, inclusive as ferramentas para que concluísse mais essa etapa da minha vida e que com dedicação me ensinaram tudo para me tornar uma pessoa de bem.

Ao meu irmão Moisés Nunes por está presente em todos os momentos e por me mostrar que com esforço e dedicação sempre conseguimos atingir os nossos objetivos.

Aos demais familiares que me deram apoio e companheirismo em toda minha vida.

Ao professor Aderbal Marcos (o Lindo) por me ajudar, apoiar, brigar, gritar e orar por mim. Ele é a pessoa que mais entendeu as angustias passadas nesses anos e ensinou a dar o melhor de mim.

A professora Solange Absalão (*in memoriam*) por me apresentar a essa vida de produzir ciência, por demonstrar que tinha grande apreço por mim (que sempre foi recíproco) e além de tudo ela me apresentou ao Lindo.

A Dra Heloisa Carneiro pelas oportunidades a mim dadas e por me acolher e ter por mim cuidados de mãe.

Ao grupo SILVAAMA Raissa, Fabiola, Lívia, Simone, Dário e Adeylson pela ajuda com os estudos, força nos dias mais complicados e farras juntas.

As amigas de lar Raissa e Rafaela por estarem em, literalmente, todos os momentos da minha vida, sempre presentes na alegria e na tristeza, na saúde e na doença até que a defesa da dissertação nos separe. Mas a separação é só física porque sempre estarão presentes em minha vida.

Aos outros amigos que a vida me deu Gió, Maiza, Thaiz, Michelly e Gustavo, que tornaram meus dias mais alegres.

E ao melhor secretário de qualquer coordenação existente na face da terra Ari, por todas as dúvidas tiradas, por toda ajuda fornecida e todas as farras compartilhadas.

A vocês eu não posso dizer nada além de obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	6
INTRODUÇÃO GERAL	7
CAPÍTULO I	8
Degradabilidade in vitro e produção de gás total de coprodutos da cadeia do biodiesel em substituição a cana-de-açúcar¹	9
Resumo	9
Abstract	9
Introdução	10
Material e métodos	11
Resultados	13
Discussão	15
Conclusão	16
Agradecimentos	16
Referências	17
CAPÍTULO II	19
Avaliação do metano, dióxido de carbono e ácidos graxos voláteis de coprodutos do biodiesel em substituição a cana-de-açúcar¹	20
Resumo	20
Introdução	20
Material e métodos	22
Resultados	24
Discussão	29
Conclusão	32
Agradecimentos	32
Referências	32
CONCLUSÃO GERAL	34
ANEXO I	36
ANEXO II	39

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1.** Composição química da cana-de-açúcar e dos coprodutos resultantes da produção do biodiesel utilizados no experimento **12**
- Tabela 2.** Teores médios (%) da degradabilidade da matéria seca (DMS) e equações de regressão dos coprodutos da produção de biodiesel em função dos diferentes níveis de substituição à cana-de-açúcar **13**
- Tabela 3.** Médias da produção de gás total (mL/g MS) e equações de regressão dos coprodutos da produção de biodiesel em diferentes níveis de substituição à cana-de-açúcar após 48 horas de incubação *in vitro* em meio de cultura. **14**

CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Composição química (g/Kg) da cana-de-açúcar e dos coprodutos resultantes da produção do biodiesel utilizados no experimento. **24**
- Tabela 2.** Médias da produção de CO₂ (mL/g MS) e equações de regressão dos coprodutos da produção de biodiesel em função dos diferentes níveis de substituição à cana-de-açúcar. **25**
- Tabela 3.** Médias da produção de CH₄ (mL/g MS) e equações de regressão dos coprodutos da produção de biodiesel em função dos diferentes níveis de substituição à cana-de-açúcar. **26**
- Tabela 4.** Médias da produção de AGVs (μmol/mL) e equações de regressão dos coprodutos da produção de biodiesel em função dos diferentes níveis de substituição à cana-de-açúcar. **27**
- Tabela 5.** Médias da relação de acetato/propionato dos coprodutos da produção de biodiesel em função dos diferentes níveis de substituição à cana-de-açúcar. **28**
- Tabela 6.** Médias da medição do pH e equações de regressão dos coprodutos da produção de biodiesel em função dos diferentes níveis de substituição à cana-de-açúcar. **29**

INTRODUÇÃO GERAL

A criação de bovinos vem crescendo em nosso país, tanto para o consumo da carne e leite, como também para exportação. Com o crescimento do número dos bovinos se faz necessário o aumento da produção de forragens para a manutenção e produção. Para que a criação bovina seja economicamente viável é necessário proporcionar ao animal condições de demonstrar ao máximo o desempenho de seu potencial com mínimo de gastos para o produtor, visto que a alimentação é um dos maiores custos da produção de bovinos.

Sendo que hoje em dia as forrageiras são as mais utilizadas para alimentação dos ruminantes, mas para que ocorra o máximo de produção com o mínimo de gastos vem surgindo muitas pesquisas com alimentos alternativos, como os resíduos da produção de biodiesel. Pois a produção do biodiesel vem sendo explorado no Brasil devido a grande matéria prima para tal fim, com o aumento na produção desse combustível o ocorre o aumento dos resíduos provenientes da produção e com isso acabam se tornando um problema quando não tem uma utilidade específica. Com isso a utilização desses coprodutos na alimentação de bovinos acaba sendo uma solução para o alto custo com alimento e da um destino para o resíduo que poderia poluir o ambiente em que se encontra.

Mas para a utilização desses coprodutos na alimentação de bovinos se faz necessários testes como a produção dos gases, pois os mesmos estão diretamente envolvidos na produção de leite e de carne, além disso pode ocorrer modificação no funcionamento ruminal, ocorrendo por exemplo perda de energia que é um dos componentes mais importantes na alimentação dos ruminantes. A energia tem que estar disponível ao máximo para os ruminantes, pois assim os microrganismos podem ter acesso rápido a mesma, através da trituração, mastigação e ruminação do alimento, e conseguir uma elevada eficiência da produção animal, pois esses fatos favorecem a digestibilidade da planta, a taxa de passagem do alimento e que resulta na ingestão de forragem. Para saber qual alimento fornecer e a quantidade correta para os ruminantes fazem-se necessárias noções sobre a fermentação, produção total de gás, produção de CO₂, e CH₄ desses alimentos no rúmen.

Dessa forma objetivou-se determinar a degradabilidade e produção de gases *in vitro* de coprodutos do biodiesel em substituição a cana-de-açúcar.

CAPÍTULO 1

DEGRADABILIDADE *IN VITRO* E PRODUÇÃO DE GÁS TOTAL DE COPRODUTOS DA CADEIA DO BIODIESEL EM SUBSTITUIÇÃO A CANA- DE-AÇÚCAR

**(A versão em inglês desse manuscrito será ser enviado ao periódico Acta
Scientiarum.Animal Sciences)**

1 **DEGRADABILIDADE *IN VITRO* E PRODUÇÃO DE GÁS TOTAL DE**
2 **COPRODUTOS DA CADEIA DO BIODIESEL EM SUBSTITUIÇÃO A CANA-DE-**
3 **AÇÚCAR¹**

4 MILENNA NUNES MOREIRA^{2*}, ADERBAL MARCOS DE AZÊVEDO SILVA³,
5 HELOISA CARNEIRO⁴, LEILSON ROCHA BEZERRA⁵, RAISSA KIARA OLIVEIRA DE
6 MORAIS⁶, FABIOLA FRANKLIN DE MEDEIROS⁶

7 ¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, financiada pela CAPES e FAPEMIG.

8 ²Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFCG, Patos – PB. e-mail:
9 milenna_veterinaria@hotmail.com.

10 ³Professor Doutor, UAMV, UFCG, Patos-PB.

11 ⁴Pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora – MG.

12 ⁵Professor Doutor, UFPI, Bom Jesus – PI.

13 ⁶Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFCG, Patos – PB.

14 **RESUMO** – Objetivou-se determinar a degradabilidade *in vitro* da matéria seca e produção
15 de gás total dos coprodutos da produção de biodiesel (*Gossypium hirsutum* L., *Helianthus*
16 *annuus* L., *Ricinus communis*, *Moringa oleífera* L. e *Jatropha curcas* L.) sobre a produção de
17 gases em quatro diferentes níveis (0, 30, 50 e 70 %) de substituição à cana-de-açúcar
18 (*Saccharum officinarum* RB.) na alimentação de ruminantes. Os inóculos foram produzidos
19 com o líquido ruminal de três vacas holandesas, as amostras foram incubadas e as coletas dos
20 dados foram feitas após 48 horas de incubação. Dentre os coprodutos testados o que
21 apresentou maior degradabilidade foi o da moringa e o que apresentou a menor foi o da
22 mamona em todos os níveis avaliados. Para a produção total de gás o coproduto que
23 apresentou a maior produção de gás foi o da mamona e o que obteve a menor produção foi o
24 do algodão, sendo que o coproduto da moringa no nível de 70% foi o que apresentou os
25 melhores resultados de fermentação ruminal seguido dos coprodutos do girassol e da
26 mamona, podendo substituir a cana-de-açúcar na alimentação dos ruminantes.

27
28 **PALAVRAS-CHAVE:** fermentação, ruminantes, alimentos alternativos, metano.

29
30 **DEGRADABILITY *IN VITRO* AND THE TOTAL GAS PRODUCTION OF CO-**
31 **PRODUCTS OF THE BIODIESEL CHAIN REPLACING CANE SUGAR¹**

32 **ABSTRACT** - This study aimed to determine the *in vitro* degradability of dry matter and the
33 total gas production of oilseed press cake from biodiesel production (*Gossypium hirsutum* L.,
34 *Helianthus annuus* L., *Ricinus communis*, *Moringa oleífera* L. and *Jatropha curcas* L.) on the
35 production of gas at four different levels (0, 30, 50 and 70 %) replacement for cane sugar
36 (*Saccharum officinarum* RB.) in ruminant feed. Inocula were produced with the ruminal fluid

37 in Holstein cows three , and the samples were incubated collections of data were taken after
38 48 hours of incubation. Among the co-products tested had the highest degradability was the
39 moringa and presented the lowest was the castor at all levels evaluated. For the total gas
40 production in the coproduct with the highest gas production was the castor bean and showed
41 the lowest production was cotton , and the coproduct of moringa in the level of 70 % showed
42 the best results of fermentation rumen followed oilseed press cake from biodiesel production
43 *Helianthus annuus* L and *Ricinus communis*, can replace cane sugar in ruminant feed.

44

45

46 **KEYWORDS:** fermentation , ruminant , alternative foods, methane.

47

48

INTRODUÇÃO

49 O crescimento da exploração de bovinos para produção de carne e leite tem
50 impulsionado a realização de pesquisas voltadas para a nutrição animal com alimentos
51 alternativos. Isto porque, as forrageiras que compõem o principal ingrediente da alimentação
52 dos ruminantes poderão não atender a crescente demanda. Assim, a exploração de coprodutos
53 da produção de biodiesel como alternativa para alimentação animal, permite aumento no valor
54 nutritivo da dieta a baixo custo e aumenta a competitividade da cadeia produtiva pela
55 diminuição dos custos. Pois no Brasil existe grande quantidade de coprodutos da agricultura e
56 da agroindústria com potencial para uso na alimentação de animais, principalmente os
57 oriundos da cadeia do biodiesel (tortas e farelos), que podem ser utilizados como fontes de
58 nutrientes para animais por serem imediatamente degradados no rúmen.

59 Entretanto para a utilização desses coprodutos como alimento alternativo, faz-se
60 necessária à avaliação desses coprodutos da agroindústria para que não prejudiquem o
61 desempenho e a saúde dos animais (AZEVEDO et al., 2013). O uso adequado dos coprodutos
62 viabiliza ainda mais a cadeia do biodiesel, mas para isso torna-se necessário o conhecimento
63 de determinados fatores, como o armazenamento e a necessidade de tratamentos para a
64 melhoria de seu valor nutritivo, reduzindo assim os efeitos deletérios que a sua utilização
65 pode causar na microbiota ruminal e consequentemente os prejuízos que poderão vir ocorrer
66 que seja na pecuária de leite ou de corte (MIZUBUTI et al., 2011). Nos últimos anos,
67 paralelamente ao desenvolvimento desse conhecimento, houve uma extraordinária expansão
68 da indústria de rações em todo o mundo.

69 Para testes mais específicos dos alimentos fornecidos aos ruminantes foi desenvolvido
70 testes de produção de gases *in vitro*, que segundo Bueno et al. (2008), para a produção de

71 gases *in vitro* a técnica se baseia na simulação da fermentação ruminal em frascos, inoculados
72 com microrganismos do rúmen e tem sido empregada no estudo do efeito de alimentos que
73 possuem fatores bioativos na fermentação ruminal e degradabilidade da matéria orgânica.

74 Sendo assim o objetivo foi determinar a degradabilidade *in vitro* da matéria seca e
75 produção de gás total dos coprodutos: do algodão (*Gossypium hirsutum* L), do girassol
76 (*Helianthus annuus* L.), da mamona (*Ricinus communis*), da moringa (*Moringa oleífera* L.) e
77 do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L), resultantes da produção de biodiesel em substituição à
78 cana-de-açúcar (*Saccharum Officinarum* L.).

79

80

MATERIAL E MÉTODOS

81 O experimento foi realizado no Campo Experimental José Henrique Bruschi, em
82 Coronel Pacheco, de propriedade da Embrapa Gado de Leite, localizado na Zona da Mata de
83 Minas Gerais/MG, cujas coordenadas são 21° 33' 22 de latitude Sul e 43° 06' 15 de longitude
84 Oeste, numa altitude de 414 metros. O clima da região é do tipo CwA (mesotérmico),
85 segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1.600 mm. A
86 temperatura média anual é de 22,5° C e com uma umidade relativa média em torno de 77%.

87 Utilizou-se para incubações *in vitro* a cana-de-açúcar (controle), onde o corte foi feito
88 com 365 dias, e os coprodutos do biodiesel: algodão (*Gossypium hirsutum* L.), girassol
89 (*Helianthus annuus* L.), mamona (*Ricinus communis*), moringa (*Moringa oleífera* L.) e
90 pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), oriundos do processamento da extração do óleo vegetal.

91 Os substratos compostos pelos coprodutos e pela forragem foram pré-secos em estufa
92 de ventilação forçada a 60°C por 48h. Depois moídos em moinho do tipo Wiley dotado de
93 peneira com perfurações de 1,0 mm para determinação da matéria seca (MS) em estufa a 105°
94 C e cinzas (CZ) de acordo com os procedimentos gerais descritos por Silva e Queiroz (2002);
95 proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl (2006); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra
96 em detergente ácido (FDA) pelo método Van Soest (1991); lignina (LIG) e de extrato etéreo
97 (EE) pelo sistema de extração ANKOM[®] XT10. Os carboidratos totais (CHOT) foram obtidos
98 por intermédio da equação 100 - (PB + EE + Cinzas) descrita por Sniffen et al. (1992).

99 Para incubação *in vitro* foram formuladas dietas, substituindo a cana-de-açúcar pelos
100 coprodutos nas seguintes proporções: 100/0, 70/30, 50/50 e 30/70% (cana-de
101 açúcar/coproduto, respectivamente). Em seguida, foi pesado 0,5 g de matéria seca (MS) da
102 dieta para um saco de ANKOM[®] (F57) com seis repetições por tratamento, selados e
103 colocados dentro de frascos de vidro de 60 mL.

104

105 **Tabela 1** - Composição química (g/Kg) da cana-de-açúcar e dos coprodutos resultantes da
 106 produção do biodiesel utilizados no experimento.

Coprodutos	MS	PB	FDN	FDA	LIG	EE	CZ	DIVMS	CHOT	CNF
Cana-de-açúcar	270,4	22,5	518,2	362,2	40,4	11,9	48,5	554,6	917,1	646,7
Algodão	922,9	549,9	303,6	207,7	32,1	40,3	68,3	595,6	341,5	37,9
Girassol	914,5	329,4	439,7	384,0	120,4	162,0	41,3	463,1	467,3	85,1
Mamona	912,6	420,2	423,3	383,4	154,4	43,8	42,3	497,1	493,6	61,6
Moringa	901,2	577,6	202,7	80,5	10,3	84,8	49,8	791,3	287,8	27,6
Pinhão Manso	920,7	356,9	391,4	334,5	43,4	110,6	79,5	571,3	453,0	74,1

107 *MS - Matéria Seca; PB – Proteína Bruta; FDN – Fibra em Detergente Neutro; FDA – Fibra em Detergente
 108 Ácido; – LIG – Lignina; EE - Extrato Etéreo; CZ – Cinza; DIVMS – Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca;
 109 CHOT – Carboidratos Totais.

110 O inóculo para a incubação foi obtido a partir de três vacas da raça Holandesa com peso
 111 médio de 600 kg e fistuladas no rúmen, sendo, então, o inóculo transferido para garrafas
 112 térmicas previamente aquecidas a 39°C e levados imediatamente ao laboratório, onde foi
 113 homogeneizado e filtrado em duas camadas de gaze, mantido em banho-maria a 39° C, sob
 114 saturação de CO₂, até ser adicionadao às demais soluções (tampão, macro e microminerais
 115 solução de resazurina e meio B) para o meio de cultura. A proporção de solução tampão e
 116 líquido ruminal utilizado foi de 5:1.

117 O inóculo (30 mL) foi então transferido para os frascos de incubação, posteriormente
 118 lacrados e colocados em um agitador orbital cremalheira ajustado em 120 oscilações por
 119 minuto em uma incubadora a 39°C.

120 Perfis acumulativos de produção de gases *in vitro* de cada frasco foram medidos e após
 121 48 horas a incubação, utilizando-se um aparelho de deslocamento de água graduado em mL.
 122 A partir do percentual da produção de gases, calculou-se o volume correspondente à produção
 123 acumulada de gás em 48 horas após o processo fermentativo, posteriormente os valores
 124 obtidos foram corrigidos para g de MS.

125 Após as 48 horas da incubação os sacos de ANKOM[®] com os resíduos foram
 126 removidos e colocados em gelo, para interromper a fermentação, em seguida lavados com
 127 água abundante e secos em estufa a 55°C durante 48 horas. A degradabilidade *in vitro* da
 128 matéria seca (DMS) foi obtida pela diferença de peso entre a matéria seca da amostra antes e
 129 após a incubação.

130 O delineamento experimental utilizado foi interiramente casualizado em um arranjo
 131 fatorial 5x4 (coprodutos x níveis de substituição). Quando na variável analisada o efeito dos
 132 fatores principais foi independente aos coprodutos, foi aplicado o teste de média e aos níveis
 133 de substituição avaliado o modelo de regressão mais representativo. Nas variáveis em que o

134 efeito dos fatores principais, foram dependente, aplicou-se aos coprodutos em função dos
 135 níveis de substituição da cana-de-açúcar o modelo de regressão que melhor representasse os
 136 dados. E ao efeito dos coprodutos dentro de cada nível de substituição foi submetido ao teste
 137 de média. Na escolha dos modelos de regressão que melhor representasse o comportamento
 138 dos dados, considerou-se o nível de significância. Para tal utilizou-se o PROC REG do SAS
 139 (2003).

140

141

RESULTADOS

142 A partir dos resultados da composição química apresentados na Tabela 1, observou-se
 143 que a cana-de-açúcar continha 22,5 g/kg de PB e 11,9 g/kg de EE corroborando com os
 144 resultados encontrados por Magalhães et al. (2006) e Abdalla et al. (2008). Os coprodutos da
 145 moringa e do algodão apresentaram os maiores resultados de PB e digestibilidade *in vitro* da
 146 matéria seca. Para os níveis de fibra detergente neutro, fibra detergente ácido e cinzas o
 147 coproduto mamona seguido do coproduto do girassol foram os que apresentaram os maiores
 148 valores. E o coproduto do pinhão apresentou maior quantidade de lignina e de extrato etéreo.

149 Constatou-se que o efeito dos coprodutos em substituição à cana-de-açúcar foi
 150 dependente para a degradabilidade da matéria seca (Tabela 2).

151 **Tabela 2** - Teores médios (%) da degradabilidade da matéria seca (DMS) e equações de
 152 regressão dos coprodutos da produção de biodiesel em função dos diferentes níveis de
 153 substituição à cana-de-açúcar.

Coproductos	Níveis de substituição				Equações	R ²	P
	0	30%	50%	70%			
Algodão	47,76	43,67 ^{ab}	39,58 ^c	36,25 ^c	$\hat{Y} = 48,065 - 0,166x$	0,8009	<0,0001
Girassol	47,76	44,76 ^{ab}	46,11 ^b	42,80 ^b	$\hat{Y} = 45,3617$	-	> 0,05
Mamona	47,76	39,59 ^b	35,22 ^c	33,96 ^c	$\hat{Y} = 46,764 - 0,203x$	0,8139	<0,0001
Moringa	47,76	47,27 ^a	57,97 ^a	55,16 ^a	$\hat{Y} = 46,827 + 0,138x$	0,4062	0,0008
Pinhão Manso	47,76	41,18 ^b	35,33 ^c	33,84 ^c	$\hat{Y} = 47,361 - 0,208x$	0,8517	<0,0001

154 *Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente ao nível de 5% no teste de
 155 Tukey.

156 Avaliando inicialmente os níveis de substituição da forrageira pelos coprodutos,
 157 observou-se que a degradabilidade da matéria seca (DMS) no nível de 30 % o coproduto
 158 moringa não diferiu significativamente dos coprodutos do algodão e do girassol e os mesmos
 159 não diferiu dos coprodutos da mamona e do pinhão manso. Nos níveis de 50 % e 70 % os
 160 coprodutos do algodão, da mamona e do pinhão manso não diferiram entre si.

161 Já a analisando os níveis dentro de cada coproduto ocorreram reduções da DMS com o
 162 aumento da substituição por coproduto do algodão, da mamona e do pinhão manso ($p < 0,05$).
 163 Porém, a substituição pelo coproduto da moringa foi o que obteve melhor resultado para a
 164 DMS em todos os níveis de substituição, seguido do coproduto do girassol, onde no nível de
 165 50% observou-se um incremento da DMS em 21%.

166 Observando as equações dos quatro níveis de substituição por cada coproduto,
 167 verifica-se que, exceto o coproduto do girassol ($p > 0,05$), todos apresentaram comportamento
 168 linear, sendo o coproduto da moringa o único que apresentou equação linear crescente.

169 Considerando a produção de gás (Tabela 3), os fatores foram dependentes. Analisando
 170 a produção de gás observa-se que no nível de 30 % o coproduto da moringa foi o que
 171 apresentou a maior produção de gás total diferindo significativamente apenas dos coprodutos
 172 do algodão e da mamona, sendo que os mesmos não diferiram dos coprodutos do girassol e do
 173 pinhão manso. No nível de 50% os coprodutos da mamona e da moringa apresentaram valores
 174 semelhantes e diferiram significativamente dos demais coprodutos. E no nível de 70% o
 175 coproduto da mamona foi o que apresentou maior produção e diferiu significativamente dos
 176 demais coprodutos, exceto do coproduto do girassol que também não diferiu do algodão e da
 177 moringa.

178 **Tabela 3** - Médias da produção de gás total (mL/g MS) e equações de regressão dos
 179 coprodutos da produção de biodiesel em diferentes níveis de substituição à cana-de-açúcar
 180 após 48 horas de incubação *in vitro* em meio de cultura.

Coproductos	Níveis de substituição				Equações	R ²	P
	0	30%	50%	70%			
Algodão	87,81	69,79 ^b	49,70 ^c	52,92 ^b	$\hat{Y} = 85,743 - 0,551x$	0,6634	<0,0001
Girassol	87,81	72,48 ^{ab}	61,22 ^b	68,71 ^{ab}	$\hat{Y} = 88,535 - 0,892x$	0,4579	0,0003
Mamona	87,81	69,07 ^b	80,56 ^a	79,47 ^a	$\hat{Y} = 79,234$	-	> 0,05
Moringa	87,81	84,03 ^a	80,85 ^a	60,25 ^b	$\hat{Y} = 91,622 - 0,356x$	0,6981	<0,0001
Pinhão Manso	87,81	72,46 ^{ab}	66,87 ^b	63,69 ^b	$\hat{Y} = 85,759 - 0,347x$	0,8464	<0,0001

181 *Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente ao nível de 5% no teste de
 182 Tukey.

183 Considerando os níveis crescentes de substituição de cada coproduto, verifica-se que
 184 para o coproduto do algodão e do girassol apresentam diminuição dos valores até o nível de
 185 50% e no nível de 70% houve aumento na produção. Os coprodutos da mamona e da moringa
 186 diminuíram a produção no nível de 30%, obtiveram a máxima produção no nível de 50%, mas
 187 voltaram a reduzir a produção no nível de 70%. À exceção do coproduto da mamona, que não
 188 interferiu na produção de gás ($p > 0,05$), os demais coprodutos apresentaram redução da

189 produção de gás à medida que se elevou o nível de substituição, tendo os coprodutos
190 apresentado equações lineares decrescentes.

191

192

DISCUSSÃO

193 Os valores da composição química da cana-de-açúcar, em extrato etéreo e em proteína
194 apresentaram baixos valores, quando comparado com aos demais coprodutos, a deficiência de
195 proteína diminui a degradabilidade dos microrganismos ruminais, diminuindo a
196 digestibilidade dos alimentos e conseqüentemente a utilização dos nutrientes pelo animal.
197 Além de diminuir a produção animal, ainda pode causar danos em vários sistemas dos
198 ruminantes (digestivo, reprodutivo, imunológico). O extrato etéreo da cana-de-açúcar também
199 obteve níveis baixos, sendo que para ruminantes a quantidade de extrato etéreo não pode ser
200 muito elevada, pois provoca modificações na fermentação ruminal.

201 A degradabilidade, que ocorre no rúmen, esta diretamente relacionada com a
202 qualidade da alimentação animal e é influenciada por efeitos associativos do nível de
203 consumo e da taxa de passagem. Alguns fatores antinutricionais podem afetar diretamente o
204 ganho de peso do animal, como a presença de saponinas no coproduto do pinhão manso e da
205 ricina no coproduto da mamona, esses fatores influenciam na degradabilidade dos coprodutos
206 (ABDALLA, 2008; FARIAS et al., 2012), além da alta quantidade de FDN presente no
207 coproduto da mamona e do algodão que possivelmente interferiram na degradabilidade dos
208 mesmos. Os valores encontrados para o coproduto da moringa podem ser explicados pela
209 maior quantidade de PB e menor quantidade FDN contido nesse coproduto que favorece a
210 degradabilidade.

211 Os baixos valores apresentados, na degradabilidade *in vitro* da matéria seca (DMS),
212 pelos coprodutos do girassol e do pinhão manso podem ser resultantes do recobrimento da
213 fibra com gordura que nestes alimentos estavam em maior percentual, o que causa dificuldade
214 no ataque da microbiota ruminal ao alimento, tendo efeito antinutricional e causando
215 ineficiência de alguns microrganismos, além de reduzir a disponibilidade de cátions por
216 combinarem com os ácidos graxos (GRUMMER et al., 1990). Além disso, o coproduto do
217 pinhão manso tem a presença das saponinas, que também é um fator antinutricional, que pode
218 alterar a microbiota ruminal e dificultar a digestão de fibras.

219 O gás total é o resultado da soma de todos os gases produzidos no rúmen (dióxido de
220 carbono, metano, acetato, propionato e butirato). Sendo assim, o resultado da produção total
221 de gás do coproduto do algodão pode ter apresentado esse comportamento tanto pela baixa
222 degradabilidade, quanto pelo seu alto teor de PB a qual segundo Khazaal et al. (1995) a alta

223 quantidade de proteína, tem como resultado a formação de bicarbonato de amônio, que
224 juntamente com o CO₂ vai reduzir a produção de gás total, sendo que no nível de 30%
225 apresentou maior produção de gás, mas isso pode ser justificado pela menor presença do
226 coproduto. Para os coprodutos do girassol e da mamona a produção de gás total apresentada
227 pode ser influenciada pela alta quantidade de FDN, fazendo com que aumente a produção de
228 gás, sendo que os dados apresentados pelo coproduto do girassol corroboram com os
229 apresentados por Mizubuti et. al. (2011) que analisando coprodutos da cadeia do biodiesel
230 encontrou resultados em torno de 72 mL/g de MS para a produção de gás, que neste trabalho
231 foi a maior produção de gás total apresentada pelo coproduto do girassol nas 48 horas de
232 produção. E o coproduto da mamona, como no coproduto do pinhão manso, possui a ricina
233 que é um fator antinutricional que pode influenciar na produção de gás.

234 O coproduto da moringa, por ter apresentado a maior degradabilidade dentre os
235 coprodutos, deveria consequentemente ter apresentado a maior produção de gás, mas essa
236 planta é considerada, por alguns pesquisadores, antimicrobiana e isso possivelmente provocou
237 redução na produção de gás, que segundo Coelho et al. (2009) além de ser antimicrobiana a
238 moringa também pode ser hemaglutinante e larvicida, devido à presença da lectina, que é
239 responsável por essas características.

240 O coproduto do pinhão manso obteve resultado decrescente na produção de gás total e
241 isso pode ter duas justificativas uma seria pela presença de componentes antinutricionais
242 (saponinas) que causam danos a microbiota ruminal e a outra justificativa seria pela alta
243 concentração de extrato etéreo que pode levar a inibição da formação de gás pela diminuição
244 da fermentação dos carboidratos estruturais (BERCHIELLI et al. 2006).

245

246

CONCLUSÃO

247 Todos os coprodutos podem substituir a cana-de-açúcar sem causar danos a microbiota
248 ruminal. O coproduto da moringa no nível de 70% foi o que apresentou os melhores
249 resultados de fermentação ruminal seguido dos coprodutos do girassol e da mamona no nível
250 de 30%, podendo substituir a cana-de-açúcar na alimentação dos ruminantes.

251 Para a confirmação desses resultados encontrados na fase *in vitro*, se faz necessária a
252 realização de trabalhos *in vivo*.

253

254

AGRADECIMENTOS

255 Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), a
 256 FAPEMIG (Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais) e a Embrapa Gado de Leite
 257 pelo auxílio ao projeto de pesquisa.

258

259

260

REFERÊNCIAS

261 ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C. da; GODOI, A.R. de; CARMO, C.A.; EDUARDO,
 262 J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes.
 263 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.260-258, 2008.

264 AZEVEDO, R.A.; BICALHO, F.L.; ARAÚJO, L.; RIBEIRO JR., C.S.; SANTOS, A.C.R.;
 265 JAYME, D.G.; GERASEEV, L.C. Technical and economic analysis of different levels of
 266 macauba cake in diets for dairy cows. **Archivos de Zootecnia**, v.62, n. 237, p.147-150. 2013.

267 BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal:
 268 Funep, 2006. Cap. 10, 583p

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

272 COELHO, J. S.; SANTOS, N. D. L.; NAPOLEÃO, T. H.; GOMES, F. S.; FERREIRA, R. S.;
 273 ZINGALI, R. B.; COELHO, L. C. B. B.; LEITE, S. P.; NAVARRO, D. M. A. F.; PAIVA, P.
 274 M. G. Effect of Moringa oleifera lectin on development and mortality of *Aedes aegypti*
 275 larvae. **Chemosphere**. v. 77, p. 934-938, 2009.

276 FARIAS, M.S., PRADO, I.N., VALERO, M.V., ZAWADZKI, F., SILVA, R.R., EIRAS,
 277 C.E., RIVAROLI, D.C., LIMA, B.S. Níveis de glicerina para novilhas suplementadas em
 278 pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade. **Semina: Ciências**
 279 **Agrárias**, v.33, p.1177-1188, 2012.

280 GRUMMER, R.R.; HATFIELD, M.L.; DENTINE, M.R. Acceptability of fat supplements in
 281 four dairy herds. **Jornal Dairy Science**., v.73, p.852-857, 1990.

282 KHAZAAL, K.; DENTINHO, M. T.; RIBEIRO, J. M. Prediction of apparent digestibility and
 283 voluntary intake of hays fed to sheep: comparison between using fiber components, *in vitro*
 284 digestibility or characteristics of gas production or nylon bag degradation. **Animal Science**,
 285 Edinburgh, v. 61, n. 3, p. 527-538, Dec. 1995.

286 MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. DE S.; CABRAL, L. DA S.; MELLO, R.;
 287 FREITAS, J. A. DE; TORRES, R. DE A.; VALADARES FILHO, S. DE C.; ASSIS, A. J.
 288 DE. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação:
 289 parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.591-599,
 290 2006.

- 291 MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; FRANCO, A. L. C.;
292 SYPPERRECK, M. A.; DÓREA, J. R.; CUNHA, G. E.; CAPELARI, M. G. M.; MUNIZ E. B.
293 Cinética de fermentação ruminal in vitro de alguns co-produtos gerados na cadeia produtiva
294 do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 32,
295 suplemento 1, p. 2021-2028, 2011.
- 296 SAS. Institute Inc. Statistical Analysis System user's guide. Version 9.1, Ed. Cary: SAS
297 Institute, USA, 2003.
- 298 SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.**
299 Viçosa, MG: Editora UFV, 235p. 2002.
- 300 SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net
301 carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II - Carbohydrate and protein
302 availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.
- 303 VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. London: Comstock Publishing
304 Associates, 1994. 476p.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DO METANO, DIÓXIDO DE CARBONO E ÁCIDOS GRAXOS VOLÁTEIS DE COPRODUTOS DO BIODIESEL EM SUBSTITUIÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

**(A versão em inglês desse manuscrito será ser enviado ao periódico Archives of
Animal Nutrition)**

AVALIAÇÃO DO METANO, DIÓXIDO DE CARBONO E ÁCIDOS GRAXOS VOLÁTEIS DE COPRODUTOS DO BIODIESEL EM SUBSTITUIÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR¹

MILENNA NUNES MOREIRA^{2*}, ADERBAL MARCOS DE AZÊVEDO SILVA³,
HELOISA CARNEIRO⁴, LEILSON ROCHA BEZERRA⁵, RAISSA KIARA
OLIVEIRA DE MORAIS⁶ E FABIOLA FRANKLIN DE MEDEIROS⁶

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, financiada pela CAPES e FAPEMIG.

²Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFCG, Patos – PB. e-mail: milenna_veterinaria@hotmail.com.

³Professor Doutor, UAMV, UFCG, Patos-PB. e-mail: silvaama@gmail.com .

⁴Pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora – MG. e-mail: heloisa@cnppl.embrapa.br.

⁵Professor Doutor, UFPI, Bom Jesus – PI. e-mail: leilson@ufpi.edu.br.

⁶Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFCG, Patos – PB. e-mail: raissa_kiara@hotmail.com.

⁶Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFCG, Patos – PB. e-mail: biulinha_franklin@hotmail.com.

Resumo

O trabalho teve como objetivo avaliar a produção de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), ácidos graxos voláteis (AGVs) e mensuração do pH de coprodutos da produção de biodiesel (*Gossypium hirsutum* L., *Helianthus annuus* L., *Ricinus communis*, *Moringa oleífera* L. e *Jatropha curcas* L.) em quatro diferentes níveis (0, 30, 50 e 70%) de substituição à cana-de-açúcar na alimentação de vacas leiteiras. Os inóculos foram produzidos com o líquido ruminal de três vacas holandesas, as amostras foram incubadas e as coletas dos dados foram feitas após 48 horas de incubação. Entre os coprodutos testados o que apresentou menor produção de CO₂ foi o coproduto do algodão, o que produziu menor quantidade CH₄ foram os coprodutos da moringa e do algodão, para a produção dos AGVs os coprodutos que tiveram aumento foi o do algodão e da mamona e o maior pH foi encontrado no nível de 70% em todos os coprodutos. O coproduto mais indicado para diminuir a produção de metano e reduzir a perda energética é o coproduto da moringa no nível de 70%.

Palavras-chave: ruminantes, CO₂, CH₄, acetato, propionato

1 – Introdução

As pesquisas envolvendo a produção de metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2) estão em ascensão no mundo devido aos problemas com a camada de ozônio e sua influência na saúde humana. O Brasil por possuir o segundo maior rebanho mundial, de acordo com IBGE (2011), e sendo signatário do Protocolo de Kyoto, tende a possuir conhecimento sobre a quantidade de gases poluentes produzidos pelo rebanho nacional. Segundo Cotton & Pielke (1995) o metano é caracterizado como sendo o segundo principal gás de efeito estufa, contribuindo com cerca de 15% do aquecimento global, sendo menos poluente que o óxido nítrico (N_2O) e mais poluente que o dióxido de carbono.

O CH_4 e CO_2 entéricos são resultados do processo fermentativo dos ruminantes, sendo esse processo essencial para a degradação da matéria orgânica (Beauchemin et al., 2009). Segundo Pedreira & Primavesi (2006) o metano é considerado responsável por 6% a 18% da energia bruta da dieta que é perdida durante o processo fermentativo. Os bovinos eliminam o metano derivado da fermentação ruminal, sendo que o tipo de animal, o consumo e digestibilidade do alimento consumido estão diretamente envolvidos nessa produção. Com isso, há a probabilidade de mitigação desse gás pela modificação da fermentação ruminal através da mudança da dieta fornecida manipulando assim, a microbiota do rúmen com aditivos alimentares ou componentes naturalmente presentes no alimento (Mohammed et al., 2004; Pedreira, 2004).

Ocorrendo as modificações na alimentação dos ruminantes para a mitigação do metano, ocorrerá também uma alteração dos microrganismos existentes no rúmen (fungos, protozoários e bactérias), que são responsáveis pela fermentação e síntese dos nutrientes, e na quantidade dos ácidos graxos voláteis (AGVs). São os microrganismos do rúmen, que através das vias metabólicas de extração de energia, produzem os AGVs, que segundo Van Soest (1994), suprem mais de 85% das exigências energéticas do animal. A proporção de AGVs no rúmen depende da alimentação do animal, sendo que rações ricas em grãos promovem maior formação do ácido propiônico, e rações com alta proporção de alimentos volumosos favorecem a produção de ácido acético e ácido butírico (Owens & Goetsch, 1993).

Para a utilização de alimentos alternativos na tentativa de mitigar metano em ruminantes, testes *in vitro* devem ser realizados para que haja um adequado

fornecimento desses alimentos sem prejudicar a saúde, o desenvolvimento e a produção animal.

Com isso, esse trabalho teve como objetivo avaliar a produção de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), ácidos graxos voláteis (AGVs) e mensuração do pH dos coprodutos: algodão (*Gossypium hirsutum* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), mamona (*Ricinus Communis*), moringa (*Moringa oleífera* L.) e pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) resultantes da produção de biodiesel em substituição a cana-de-açúcar após 48 horas de incubação.

2 - Material e Métodos

O experimento foi realizado no Campo Experimental de Coronel Pacheco, de propriedade da Embrapa Gado de Leite, localizado na Zona da Mata de Minas Gerais - MG. O clima da região é do tipo CwA (mesotérmico), segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1.600 mm. A temperatura média anual é de 22,5° C e com uma umidade relativa média em torno de 77%.

Os substratos utilizados para incubações *in vitro* foram cana-de-açúcar (controle), onde o corte foi feito com 365 dias, e os coprodutos: algodão (*Gossypium hirsutum* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), mamona (*Ricinus Communis*), moringa (*Moringa oleífera* L.) e pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), oriundos das indústrias de biodiesel após o processamento da extração do óleo vegetal.

Os substratos compostos pelos coprodutos e pela forragem foram pré-secos em estufas de ventilação forçada a 55°C por 48h. Depois moídos em moinho do tipo Wiley dotado de peneira com perfurações de 1,0 mm para determinação da matéria seca (MS) em estufa a 105°C e cinzas (CZ) de acordo com os procedimentos gerais descritos por Silva & Queiroz (2002); proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl (2006); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) pelo método Van Soest (1991); lignina (LIG); e de extrato etéreo (EE) pelo sistema de extração ANKOM[®] XT10. Os carboidratos totais (CHOT) foram obtidos por intermédio da equação 100 - (PB + EE + Cinzas) descrita por Sniffen et al. (1992).

Para incubação *in vitro* foram formuladas dietas, substituindo a cana-de-açúcar pelos coprodutos nas seguintes proporções: 100/0, 70/30, 50/50 e 70/30% (volumoso/coproducto respectivamente). Em seguida foram pesados 0,5 g de matéria seca

(MS) da dieta para um saco de ANKOM[®] (F57) com seis repetições/tratamento, selados e colocados dentro de frascos de vidro de 50 mL.

O inóculo para a incubação foi obtido a partir de três vacas da raça Holandesa com peso médio de 600 kg e fistuladas no rúmen, sendo então, o inóculo transferido para garrafas térmicas previamente aquecidas a 39°C e levados imediatamente ao laboratório, onde foi homogeneizado e filtrado em duas camadas de gaze, sendo mantido em banho-maria a 39°C sob saturação de CO₂, até ser adicionado às demais soluções (tampão, macro e microminerais solução de resazurina e meio B) para o meio de cultura.

Em seguida foi utilizado o líquido ruminal e solução tampão em uma proporção de 5:1. O inóculo (30 mL) foi então transferido para os frascos de incubação, posteriormente lacrados e colocado sem um agitador orbital cremalheira ajustado em 120 oscilações por minuto em uma incubadora a 39°C.

Perfis cumulativos de produção de gases *in vitro* de cada frasco foi medido e após 48 horas a incubação, utilizando-se um aparelho de deslocamento de água graduado em mL. Após a última medição do gás no tempo de 48 horas pós-incubação, procedeu-se à coleta e armazenamento do gás proveniente de cada frasco, para determinação da concentração de CH₄ e CO₂. O conteúdo em cada frasco foi removido por meio de seringas plásticas de 30 mL e transferido imediatamente para frascos de cor âmbar de 20 mL a vácuo. Posteriormente os frascos de fermentação foram abertos e feita a aferição do pH do meio de cultura. O percentual de CH₄ e CO₂ foi determinado por cromatografia gasosa (Primavesi et al., 2004). A partir do percentual da produção de gases, calculou-se o volume correspondente à produção acumulada de gás em 48 horas após o processo fermentativo, posteriormente os valores obtidos foram corrigidos para g/MS.

Após as 48 horas da incubação os sacos de ANKOM[®] com os resíduos foram removidos e colocados em gelo, para interromper a fermentação, em seguida lavados com água abundante e secos em estufa a 55°C durante 48 horas. A degradabilidade *in vitro* da matéria seca (DMS) foi obtida pela diferença de peso entre a matéria seca da amostra antes e após a incubação.

Para identificação e quantificação dos ácidos graxos voláteis (AGVs), foi coletada uma fração líquida do meio de cultura (10 mL) após a digestibilidade (48 horas) e adicionados ao meio 2 mL de ácido metafosfórico (20%) para conservação da amostra,

sendo em seguida armazenados em freezer até posteriores análises (Holtshausen et al., 2009).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em um arranjo fatorial 5x4 (coprodutos x níveis de substituição). Quando na variável analisada o efeito dos fatores principais foi independente aos coprodutos, foi aplicado o teste de média e aos níveis de substituição avaliado o modelo de regressão mais representativo. Nas variáveis em que o efeito dos fatores principais foram dependentes, aplicou-se aos coprodutos em função dos níveis de substituição da cana-de-açúcar coproduto o modelo de regressão que melhor representasse. E ao efeito dos coprodutos dentro de cada nível de substituição foi submetido ao teste de Tukey ($p < 0,05$) Na escolha dos modelos de regressão que melhor representasse o comportamento dos dados, considerou-se o nível de significância, seguido do maior R^2 . Para tal utilizou-se o pacote estatístico SAS (2003).

3 – Resultados

A partir dos resultados da composição química apresentados na Tabela 1, observou-se que a cana-de-açúcar continha 22,5 g/kg de PB e 11,9 g/kg de EE corroborando com os resultados encontrados por Magalhães et al. (2006) e Abdalla et al. (2008). Os coprodutos da moringa e do algodão apresentaram os maiores resultados de PB e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Para os níveis de fibra detergente neutro, fibra detergente ácido e cinzas o coproduto mamona seguidas do coproduto do girassol apresentaram os maiores valores. E o coproduto do pinhão apresentou maior quantidade de lignina e de extrato etéreo.

Tabela 1 - Composição química (g/Kg) da cana-de-açúcar e dos coprodutos resultantes da produção do biodiesel utilizados no experimento.

Coprodutos	MS	PB	FDN	FDA	LIG	EE	CZ	DIVMS	CHOT	CNF
Cana-de-açúcar	270,4	22,5	518,2	362,2	40,4	11,9	48,5	554,6	917,1	646,7
Algodão	922,9	549,9	303,6	207,7	32,1	40,3	68,3	595,6	341,5	37,9
Girassol	914,5	329,4	439,7	384,0	120,4	162,0	41,3	463,1	467,3	85,1
Mamona	912,6	420,2	423,3	383,4	154,4	43,8	42,3	497,1	493,6	61,6
Moringa	901,2	577,6	202,7	80,5	10,3	84,8	49,8	791,3	287,8	27,6
Pinhão Manso	920,7	356,9	391,4	334,5	43,4	110,6	79,5	571,3	453,0	74,1

*MS - Matéria Seca; PB – Proteína Bruta; FDN – Fibra em Detergente Neutro; FDA – Fibra em Detergente Ácido; – LIG – Lignina; EE - Extrato Etéreo; CZ – Cinza; DIVMS – Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca; CT – Carboidratos Totais.

Na produção de dióxido de carbono (CO₂) observou-se que o efeito dos coprodutos e dos níveis de substituição da cana-de-açúcar foi dependente. Na Tabela 2 nota-se que a inclusão dos coprodutos em substituição a cana-de-açúcar reduziu a produção de CO₂ com os coprodutos de algodão e pinhão manso.

Nos demais coprodutos (girassol, mamona e moringa) quanto maior o nível de adição dos mesmos, maior a produção de CO₂. Sendo que a moringa obteve a maior produção de CO₂ nos níveis de 30 e 50%; e no nível de 70% o coproduto que apresentou maior produção ($p < 0,05$) foi o do girassol.

Tabela 2 - Médias da produção de CO₂ (mL/g MS) e equações de regressão dos coprodutos da produção de biodiesel em função dos diferentes níveis de substituição à cana-de-açúcar.

Coproductos	Níveis de substituição				Equações	R ²	P
	0	30%	50%	70%			
Algodão	35.43	33.14 ^b	25.30 ^c	26.53 ^d	$\hat{Y} = 35.6909 - 0.1490x$	0.2968	0.0059
Girassol	35.43	33.49 ^b	27.66 ^c	59.84 ^a	$\hat{Y} = 36.9540 - 0.8055x + 0.0156x^2$	0.6579	<0.0001
Mamona	35.43	30.25 ^b	35.42 ^b	44.63 ^b	$\hat{Y} = 35.3254 - 0.3710x + 0.0072x^2$	0.4509	0.0018
Moringa	35.43	53.23 ^a	54.81 ^a	30.81 ^c	$\hat{Y} = 35,3254 - 0,3710x + 0,0072x^2$	0,8303	<0,0001
Pinhão Manso	35.43	36.69 ^b	27.57 ^c	27.33 ^d	$\hat{Y} = 36.9554 - 0.1387x$	0.3599	0.0019

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

Analisando as equações dos quatro níveis de substituição de cada coproduto, pode-se observar que os coprodutos do algodão e do pinhão manso obtiveram equações lineares decrescentes, enquanto os coprodutos do girassol e da mamona obtiveram equações quadráticas, sendo que os dois coprodutos apresentaram pontos de mínima. O coproduto do girassol no nível de 25,81% apresentou a produção de 26,65 mL/g MS, o coproduto da moringa no nível de 33,89 % com a produção de 50,27 mL/g MS e o coproduto da mamona no nível de 25,76% apresentou a produção de 30,54 mL/g MS.

Para a produção de metano (CH₄) o efeito dos coprodutos e dos níveis de substituição da cana-de-açúcar foi dependente (Tabela 3). Todos os coprodutos obtiveram um aumento na produção com a substituição da cana-de-açúcar pelos coprodutos, sendo que o coproduto da moringa e o do algodão foram os que produziram menor quantidade de CH₄ ($p < 0,05$). Os demais coprodutos apresentaram produção relativamente alta de CH₄, sendo o coproduto da mamona o maior produtor de todos os coprodutos testados.

Tabela 3 - Médias da produção de CH₄ (mL/g MS) e equações de regressão dos coprodutos da produção de biodiesel em função dos diferentes níveis de substituição à cana-de-açúcar.

Coproductos	Níveis de substituição				Equações	R ²	P
	0	30%	50%	70%			
Algodão	2,28	4,27 ^b	4,39 ^b	5,63 ^b	$\hat{Y} = 2,4616 + 0,449x$	0,6881	<0,0001
Girassol	2,28	7,65 ^a	5,95 ^{ab}	8,02 ^b	$\hat{Y} = 3,2892 + 0,0718x$	0,5220	0,0004
Mamona	2,28	5,52 ^{ab}	6,54 ^a	11,58 ^a	$\hat{Y} = 2,4668 + 0,0385x + 0,0012x^2$	0,8727	<0,0001
Moringa	2,28	5,15 ^{ab}	3,48 ^b	1,96 ^c	$\hat{Y} = 3,4618$	0,0061	> 0,05
Pinhão Manso	2,28	6,76 ^a	5,87 ^{ab}	7,13 ^b	$\hat{Y} = 2,4785 + 0,1552x - 0,0013x^2$	0,7121	<0,0001

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

Observando as equações, os coprodutos do algodão e do girassol apresentaram equações lineares crescentes, já o coproduto da mamona e do pinhão manso apresentaram equações quadráticas. Onde o coproduto da mamona apresentou o ponto de mínima no nível de 16 % com a produção de 1,54 mL/g MS e o coproduto do pinhão manso no nível de 59 % apresentou ponto de mínima com a produção de 7,11 mL/g MS.

Na Tabela 4 estão presentes os resultados da produção dos ácidos graxos voláteis (AGVs), onde o efeito dos coprodutos e dos níveis de substituição da cana-de-açúcar foi dependente para a produção de acetato, propionato e butirato.

O coproduto da moringa, dentre os cinco testados, apresentou diminuição na produção de acetato, que mesmo apresentando um aumento no nível de 70% manteve os mais baixos níveis de produção ($p < 0,05$).

A maior produção de acetato foi apresentada pelos coprodutos do algodão e da mamona. Entretanto o coproduto do girassol mostrou uma constância na produção de acetato, por mais que os níveis de substituição aumentassem a quantidade de acetato manteve-se praticamente estável. Observando as equações, apresentadas na produção de acetato, nota-se que os coprodutos do algodão e da mamona apresentaram equações lineares crescentes, os demais coprodutos apresentaram equações quadráticas com pontos de mínima, o coproduto do girassol no nível de 54% apresentou produção de 32,35 $\mu\text{mol/mL}$, o coproduto da moringa no nível de 37% obteve produção de 20,37 $\mu\text{mol/mL}$ e coproduto do pinhão manso no nível de 53% mostrou a produção de 29,65 $\mu\text{mol/mL}$.

Na produção de propionato todos os coprodutos diminuíram a produção desse AGV, sendo que no nível de 30% todos os coprodutos obtiveram um aumento produção, menos o coproduto da moringa. Nos níveis de 50 e 70%, os coprodutos mostraram diminuição na produção de propionato, sendo que a mamona mesmo diminuindo a produção mostrou que produz mais propionato que os demais coprodutos, nos três níveis testados ($p < 0,05$). Observando as equações, o coproduto do girassol obteve equação linear crescente, os demais coprodutos apresentaram equações quadráticas com pontos de mínima, o coproduto do algodão no nível de 24% apresentou produção de 24,08 $\mu\text{mol/mL}$, o coproduto da mamona no nível de 25% obteve a produção de 24,21 $\mu\text{mol/mL}$, o coproduto da moringa no nível de 56% mostrou a produção de 21,85 $\mu\text{mol/mL}$ e o coproduto do pinhão manso no nível de 16% apresentou produção de 22,64 $\mu\text{mol/mL}$.

Tabela 4 - Médias da produção de AGVs ($\mu\text{mol/mL}$) e equações de regressão dos coprodutos da produção de biodiesel em função dos diferentes níveis de substituição à cana-de-açúcar.

Coproductos	Níveis de Substituição				Equações	R ²	P
	0	30	50	70			
Acetato							
Algodão	24,49	30,48 ^a	32,52 ^a	34,58 ^a	$\hat{Y} = 25,1481 + 0,1433x$	0,9102	<0,0001
Girassol	24,49	31,52 ^a	31,39 ^{ab}	31,96 ^{ab}	$\hat{Y} = 24,6605 + 0,2828x - 0,0026x^2$	0,6318	<0,0001
Mamona	24,49	29,40 ^a	32,46 ^a	33,20 ^a	$\hat{Y} = 25,0448 + 0,1292x$	0,8621	<0,0001
Moringa	24,49	20,20 ^b	21,17 ^c	23,25 ^c	$\hat{Y} = 24,4211 - 0,2167x + 0,0020x^2$	0,7048	<0,0001
Pinhão Manso	24,49	28,94 ^a	29,50 ^b	29,50 ^b	$\hat{Y} = 24,5433 + 0,1918x - 0,0018x^2$	0,8738	<0,0001
Propionato							
Algodão	21,80	25,22 ^a	20,48 ^a	17,82 ^a	$\hat{Y} = 22,0853 + 0,1625x - 0,0033x^2$	0,7254	<0,0001
Girassol	21,80	23,95 ^a	16,68 ^b	17,49 ^a	$\hat{Y} = 23,0711 - 0,0823x$	0,3263	0,0070
Mamona	21,80	25,17 ^a	21,02 ^a	18,14 ^a	$\hat{Y} = 22,0368 + 0,1696x - 0,0033x^2$	0,7054	<0,0001
Moringa	21,80	18,62 ^b	17,15 ^b	17,74 ^a	$\hat{Y} = 21,8604 - 0,1581x + 0,0014x^2$	0,6333	<0,0001
Pinhão Manso	21,80	23,20 ^a	18,77 ^a	16,37 ^b	$\hat{Y} = 22,0349 + 1,2162x - 0,0023x^2$	0,7246	<0,0001
Butirato							
Algodão	10,30	10,18 ^b	10,58 ^b	9,45 ^a	$\hat{Y} = 10,4578$	0,1199	> 0,05
Girassol	10,30	9,95 ^b	7,97 ^c	8,68 ^a	$\hat{Y} = 10,3363 - 0,02956x$	0,2760	0,0084
Mamona	10,30	10,31 ^b	10,38 ^b	9,70 ^a	$\hat{Y} = 10,4328$	0,0738	> 0,05
Moringa	10,30	12,43 ^a	11,77 ^a	7,49 ^a	$\hat{Y} = 10,2311 + 0,1744x - 0,0036x^2$	0,8528	<0,0001
Pinhão Manso	10,30	10,27 ^b	10,38 ^b	8,66 ^a	$\hat{Y} = 10,2315 + 0,0357x - 0,0008x^2$	0,4395	0,0023

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

Para os dados da produção de butirato os coprodutos do algodão, da mamona e do pinhão manso mantiveram estáveis os valores de produção do butirato exceto no nível de 70% onde ocorreu diminuição na produção ($p < 0,05$). O coproduto do girassol foi o que apresentou os menores valores de produção do butirato. Com o acréscimo do coproduto da moringa houve aumento na produção do butirato nos níveis de 30 e 50%, exceto no nível de 70% onde houve uma redução da produção. Observando as equações de regressão o coproduto do girassol apresentou equação linear decrescente e os coprodutos da moringa e do pinhão manso mostraram equações quadráticas com pontos de mínima, sendo que o coproduto da moringa apresentou no nível de 29% a produção de 13,36 $\mu\text{mol/mL}$ e do pinhão manso no nível de 22% obteve a produção de 10,62 $\mu\text{mol/mL}$.

Na Tabela 5 estão presentes os dados da relação acetato:propionato, onde em todos os coprodutos e em todos os níveis observa-se que houve o aumento nessa relação, significando que com o aumento dos níveis de substituição da cana-de-açúcar pelos coprodutos aumentou a produção do acetato em relação do propionato, exceto no coproduto da moringa do nível 0% para o nível de 30% onde ocorreu o inverso..

Tabela 5 – Médias da relação de acetato/propionato dos coprodutos da produção de biodiesel em função dos diferentes níveis de substituição à cana-de-açúcar.

Relação Acetato:Propionato				
Coprodutos	0%	30%	50%	70%
Algodão	1,12	1,20	1,58	1,94
Girassol	1,12	1,31	1,88	1,82
Mamona	1,12	1,16	1,54	1,83
Moringa	1,12	1,08	1,23	1,31
Pinhão Manso	1,12	1,24	1,57	1,80

Quanto ao pH (Tabela 6), o efeito dos coprodutos e dos níveis de substituição da cana-de-açúcar foram dependentes. Com a adição dos coprodutos houve aumento nos valores do pH em todos os níveis. Os maiores valores do pH no nível de 30% foi o coproduto da moringa, no nível de 50% foi o coproduto do girassol, sendo que os maiores valores foram observados nos coprodutos da mamona e do pinhão manso ao nível de 70% ($p < 0,05$). Observando as equações, todos os coprodutos apresentaram equações lineares crescentes.

Tabela 6 - Médias da medição do pH e equações de regressão dos coprodutos da produção de biodiesel em função dos diferentes níveis de substituição à cana-de-açúcar.

Coprodutos	Níveis de substituição				Equações	R ²	P
	0	30%	50%	70%			
Algodão	4,62	4,97 ^a	5,17 ^b	5,48 ^a	$\hat{Y} = 4,6127 + 0,0120x$	0,8426	<0,0001
Girassol	4,62	5,02 ^a	5,61 ^a	5,56 ^a	$\hat{Y} = 4,6496 + 0,0148x$	0,6026	<0,0001
Mamona	4,62	5,01 ^a	5,44 ^a	5,73 ^a	$\hat{Y} = 4,5977 + 0,0162x$	0,8912	<0,0001
Moringa	4,62	5,10 ^a	5,38 ^a	5,32 ^b	$\hat{Y} = 4,7103 + 0,0107x$	0,6858	<0,0001
Pinhão Manso	4,62	5,02 ^a	5,35 ^a	5,71 ^a	$\hat{Y} = 4,5981 + 0,0154x$	0,8997	<0,0001

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

4 – Discussão

Os baixos valores de proteína pela cana-de-açúcar, comparados aos valores dos coprodutos, confirmam a necessidade de utilizar-se de fontes alternativas que possam corrigir este déficit, visto que ao fornecer alimentos com deficiência de proteína para ruminantes pode causar a redução na degradabilidade dos microrganismos ruminais, reduzindo a digestibilidade dos alimentos diminui a utilização dos nutrientes pelo animal, além do mais pode causar danos em vários sistemas dos ruminantes (digestivo, reprodutivo, imunológico), além de diminuir a produção animal. O extrato etéreo da cana-de-açúcar também obteve níveis baixos, sendo que para ruminantes a quantidade de extrato etéreo não pode ser muito elevada, pois provoca modificações na fermentação ruminal.

Dependendo do tipo de alimento fornecido aos ruminantes a fermentação e a produção de gases (CO₂, CH₄ e AGVs) serão diferentes. Com a adição dos coprodutos do algodão e da moringa houve redução na produção de CO₂, isso ocorreu devido à incubação de substratos ricos em proteína que resulta na formação de bicarbonato de amônio, a partir de CO₂ e amônia, reduz a produção desse gás (Khazaal et al., 1995; Neiva Junior et al., 2010). Explicando assim, a redução na produção de CO₂ com o aumento no nível dos coprodutos, mesmo a moringa tendo apresentado a maior produção dentre todos os coprodutos testados.

Porém os coprodutos da mamona e do girassol apresentaram maior produção de CO₂ com o aumento dos níveis de substituição, pois segundo Mizubutti (2011), a produção do acetato gera dois moles de CO₂ por mol de glicose e isso justifica a produção, uma vez que ao aferir a tabela da produção (Tabela 4) de acetato nota-se que

esse coproduto apresentou produção crescente desse AGV, pois a produção do CO_2 se dá através da formação do acetato e do butirato, juntamente com a produção de H_2 , durante a fermentação do alimento. Já o coproduto do pinhão manso pode ter apresentado esse resultado devido ao recobrimento da fibra com gordura que neste coproduto estava em maior quantidade, onde conseqüentemente ocorreu dificuldade no ataque da microbiota ruminal ao alimento, tendo efeitos antinutricionais causando ineficiência de microrganismos, além de reduzir a disponibilidade de cátions por combinarem com os ácidos graxos (Grummer et al., 1990), isso reduz a degradabilidade e pode diminuir a produção dos gases.

A principal via para a metanogênese é quando há a junção do CO_2 e o H_2 , sendo que para que ocorra a maior produção do H_2 é necessário que na fermentação do alimento haja maior produção dos ácidos acético e butírico (Martinho, 2013). A produção de CH_4 apresentado pelo coproduto do algodão pode ter ocorrido devido a pouca liberação de H_2 no ambiente *in vitro* (Pereira, 2006), além disso, o coproduto do algodão apresentou baixa produção de CO_2 e com a baixa quantidade desses componentes vai ocorrer menor produção de metano. O comportamento apresentado pelo coproduto da moringa pode ser explicado por ela ser hemaglutinante e bactericida que segundo Ratanapo et al. (2001) a interação da lectina com carboidratos, lipopolissacarídeos e ácidos teicóicos presentes na parede celular das bactérias resulta na atividade antibacteriana, Vieira et al. (2010) empregaram as sementes da moringa como adsorvente natural para águas residuais da indústria leiteira. Mesmo que a produção de CO_2 tenha sido alta, a inclusão do coproduto da moringa diminuiu a produção de CH_4 .

Os AGVs são usados pelos ruminantes como fonte de energia (Martin et al., 2009) e a produção dos mesmos é influenciada diretamente pela quantidade de carboidratos estruturais e não-estruturais. O acetato aumenta a quantidade de gordura do leite, o propionato aumenta a produção e o butirato é utilizado como maior fornecedor de energia para o animal, sendo assim observando as tabelas da composição química e da produção de acetato, propionato e butirato nota-se que os coprodutos do girassol e da mamona apresentaram maior produção de acetato com aumento dos níveis de adição e isso pode ser explicado pela quantidade de FDN e FDA, que contribui para a formação de acetato e butirato quanto maior a produção desses AGVs maior vai ser a produção de

H₂ e CO₂, com isso vai ser maior a produção de metano, sendo que para a produção de propionato se faz necessário à presença de carboidratos solúveis.

O coproduto do algodão obteve maior produção de acetato, pois segundo Horner et al. (1988) mostraram que em dietas com caroço de algodão aumenta de 15 a 30% na concentração de acetato e isso se dá em decorrência da fermentação da fibra do algodão, que é de alta digestibilidade e produz maior quantidade de acetato. Entretanto o coproduto da moringa apresentou menor produção de acetato e butirato em todos os níveis de adição e isso ocorreu pelo fato da moringa ser considerada bactericida pela presença da lectina que se liga aos carboidratos, lipopolissacarídeos e ácido tenóico e promove essa característica a moringa, com isso, diminuiu a flora ruminal, logo reduziu a fermentação e conseqüentemente a produção de acetato e butirato. Esse coproduto também diminuiu a produção do propionato e isso pode ter ocorrido pelo fato da moringa apresentar propriedades catiônicas, que segundo Olivares-Palma et al. (2013) vai sequestrar o H₂⁺ livre diminuindo assim a produção de propionato (glicose + 2H₂) e diminuir ainda mais a produção do metano.

Os coprodutos do girassol e do pinhão manso apresentaram diminuição na produção de acetato devido ao aumento de extrato etéreo na dieta que recobre a fibra do alimento reduzindo a degradabilidade da fibra, da fermentação da produção de acetato; bem como reduz a produção de propionato, isso porque o extrato etéreo auxilia na remoção de H₂⁺ livre do ambiente ruminal pelo processo de biohidrogenação e com a retirada do H₂ vai diminuir a produção do propionato.

Os baixos valores no pH podem ser justificados pela presença de carboidratos solúveis contidos principalmente na cana-de-açúcar, que foram ligeiramente degradados no rúmen. Segundo Owens & Goetsch, (1993) a baixa quantidade de acetato e alta quantidade de propionato influenciam diretamente no pH, observando a tabela da relação acetato:propionato nota-se que com o aumento dos níveis dos coprodutos esses valores foram crescendo, justificando assim os dados do pH se apresentarem inicialmente baixos e com o acréscimo dos coprodutos os valores do pH aumentaram.

Considerando que baixos valores de pH não são adequados para a manutenção da microflora ruminal não é interessante que seja utilizados níveis abaixo de 70% de todos os coprodutos em substituição a cana-de-açúcar.

5 – Conclusão

O coproduto da moringa ao nível de 70% é o mais indicado para diminuir a produção de metano e reduzir a perda energética. Já no nível de 50% o coproduto do algodão é o mais indicado para substituir a cana-de-açúcar objetivando reduzir a produção de CO₂.

A maior produção de acetato ocorreu com o coproduto do algodão no nível de 70%, enquanto que para o propionato foi ao nível de 30% e o maior produtor de butirato foi o coproduto da moringa no nível de 50%.

Para a confirmação desses resultados encontrados na fase *in vitro*, se faz necessária a realização de trabalhos *in vivo*.

6 – Agradecimentos

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), a FAPEMIG (Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais) e a Embrapa Gado de Leite pelo auxílio ao projeto de pesquisa.

7 – Referências

[SAS] Institute Inc. Statistical Analysis System user's guide. Version 9.1, Ed. Cary: SAS Institute, USA, 2003..

BEAUCHEMIN, K. A.; MCALLISTER, T.A.; MCGINN, S.M. 2009. Dietary mitigation of enteric methane from cattle. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources** .May, v.4. p.1-18.

COTTON, W.R.; PIELKE, R.A. **Human impacts on weather and climate**. 1995. 1.ed, Cambridge (UK) University Press, 288p.

GRUMMER, R.R.; HATFIELD, M.L.; DENTINE, M.R. 1990. Acceptability of fat supplements in four dairy herds. September, **J. Dairy Sci.**,v.73, p.852-857.

HOLTSHAUSEN, L., A. V. CHAVES, K. A. BEAUCHEMIN, S. M. MCGINN, T. A. MCALLISTER, P. R. CHEEKE AND C. BENCHAAAR. 2009. Feeding saponin-containing *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* to decrease enteric methane production in dairy cows. **Jornal Dairy Science**. July, p.2809-2821.

HORNER, J. L.; COPPOCK, C. E; SCHELLING, G.T.; LABORE, J.M.; NAVE, D.H. 1998: Effects of whole cottonseed on ruminal fermentation, protein degradability, milk

yield and composition and responses of dairy cows. **Journal of Dairy Science** 71, 1239-1247.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção da Pecuária Municipal. Rebanho bovino brasileiro: efetivo de rebanhos. 2011. **Disponível em:** <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 de março de 2013.

ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C, B. F. 2005. **Nutrição de ruminantes: aspectos relacionados à digestibilidade e ao aproveitamento de nutrientes**. 1st.ed. UCDB, 184p.

KHAZAAL, K.; DENTINHO, M. T.; RIBEIRO, J. M.; ØRSKOV, E. R. 1995. Prediction of apparent digestibility and voluntary intake of hays fed to sheep: comparison between using fiber components, in vitro digestibility or characteristics of gas production or nylon bag degradation. **Animal Science**, Edinburgh, Dec. v.61, n.3, p.527-538.

MARTIN, C.; MORGAVI, D. P.; DOREAU, M. 2009a. Methane mitigation in ruminants: from microbes to the farm scale. **Animal**, June, v.4, n.3, p.351-365.

MARTINHO, F. H. C. 2013. **Codigestão de resíduos de abatedouro de bovinos**. [Dissertação] – Aquidauana (MS). Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; FRANCO, A. L. C.; SYPPERRECK, M. A.; DÓREA, J. R.; CUNHA, G. E.; CAPELARI, M. G. M.; MUNIZ E. B. Cinética de fermentação ruminal in vitro de alguns co-produtos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 32, suplemento 1, p. 2021-2028, 2011.

MOHAMMED, N.; ONODERA, R.; ITABASHI, H.; LILA, Z. A. 2004. Effects of ionophores, vitamin B6 and distiller 's grains on in vitro tryptophan biosynthesis from indolepyruvic acid, and production of other related compounds by ruminal bacteria and protozoa. **Animal Feed Science and Technology**, October, v.116, n.3, p.301-311.

NEIVA JÚNIOR, A. P.; SILVA FILHO, J. C.; VAN CLEEJ, E.H. C. B.; PINTO, J. C.; ABDALLA, A. L.; TAVARES, V. B. 2010. [Evaluation of silages of elephant grass with spiked turnip, jatropha and termoço the technique of gas production] Avaliação das silagens de capim-elefante aditivadas com nabo forrageiro, pinhão manso e termoço, pela técnica de produção de gases. **Ciência e Agotecnologia**, Julho/Agosto v.34 n.4.

OLIVARES-PALMA, S. M.; MEALE, S. J.; PEREIRA, L. G. R.; MACHADO, F. S.; CARNEIRO, H.; LOPES, F. C. F; MAURÍCIO, R. M.; CHAVES, A. V. 2013. *In vitro* Fermentation, Digestion Kinetics and Methane Production of Oilseed Press Cakes from Biodiesel Production. **Asian Australas. J. Anim. Sci.** v.26, n. 8, p.1102-1110.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. 1993. Ruminant fermentation. *In*: CHURCH, D.C. (Ed) **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Waveland Press (USA), p.145-171.

PEDREIRA, S.M. 2004. **Estimativa da produção de metano de origem animal por bovinos tendo como base a utilização de alimentos volumosos: utilização da metodologia do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF6)**. [Tese] – Jaboticabal (SP). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista.

PEDREIRA, S.M.; PRIMAVESI, 2006. O. Impacto da produção animal sobre o ambiente. *In*: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. 1.ed. Jaboticabal (BRA): Funep, p.497-511.

PEREIRA, E. M. O.; EZEQUIEL, J. M.; BIAGOLI, B.; FEITOSA, J. 2006. [In Vitro Determination of the Potential Production of Methane and Carbon Dioxide Liquid Bovine Rumen Coming from Different Categories] Determinação In Vitro do Potencial de Produção de Metano e Dióxido de Carbono de Líquido Ruminante Proveniente de Bovinos de Diferentes Categorias. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** Julio, v.14, p.120-127. Brazilian.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. dos S.; LIMA, M. A. de; BERCHIELLI, T. T.; BARBOSA, P. F. 2004. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 277-283.

RATANAPO, S.; NGAMJUNYAPORN, W.; CHULAVATNATOL, M. 2001. Interaction of a mulberry leaf lectin with a phytopathogenic bacterium, *P. syringae* pv *mori*. **Plant Science**, March, v. 160, p. 739-744

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II - Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd.ed. London (GER): Cornell University Press, p.476.

VIEIRA, A.; VIEIRA, M.; SILVA, G. F.; ARAUJO, A.. KLEN, M. F.; VIET, M.; BERGAMASCO, 2010. R. Use of *Moringa oleifera* seed as a natural adsorbent for wastewater treatment water air soil poll. **Water, Air & Soil Pollution**, February, p.273-281.

CONCLUSÃO GERAL

A adição do coproduto da moringa no nível de 70% é o que apresenta os melhores resultados para fermentação ruminal seguido dos coprodutos do girassol e da mamona, podendo substituir a cana-de-açúcar na alimentação dos ruminantes.

O coproduto mais indicado para diminuir a produção de metano e reduzir a perda energética é o coproduto da moringa no nível de 70%. No nível de 50% de coproduto do algodão é o mais indicado para substituir a cana-de-açúcar para redução da produção de CO₂. Na produção de acetato o coproduto do algodão no nível de 70% foi o que produziu maior quantidade, para o propionato foi o mesmo coproduto no nível de 30% e o maior produtor de butirato foi o coproduto da moringa no nível de 50%.

ANEXO I

INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS:

1. *Acta Scientiarum, Animal Sciences* ISSN 1806-2636 (impresso) e ISSN 1807-8672 (on-line), é publicada trimestralmente pela Universidade Estadual de Maringá.
2. A revista publica artigos originais em todas as áreas relevantes da Zootecnia (Produção Animal), incluindo genética e melhoramento, nutrição e digestão, fisiologia e endocrinologia, reprodução e lactação, crescimento, etologia e bem estar, meio ambiente e instalações, avaliação de alimentos e produção animal.
3. Os autores se obrigam a declarar a cessão de direitos autorais e que seu manuscrito é um trabalho original, e que não está sendo submetido, em parte ou no seu todo, à análise para publicação em outro meio de divulgação científica. Esta declaração encontra-se disponível abaixo.
4. Os dados, idéias, opiniões e conceitos emitidos nos artigos, bem como a exatidão das referências, são de inteira responsabilidade do(s) autor(es). A eventual citação de produtos e marcas comerciais não significa recomendação de seu uso por parte do comitê editorial da revista.
5. Os relatos deverão basear-se nas técnicas mais avançadas e apropriadas à pesquisa. Quando apropriado, deverá ser atestado que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição.
6. Os artigos submetidos poderão ser em português ou inglês. Se aceitos para publicação será obrigatória a tradução para o inglês.
7. Os artigos serão avaliados por no mínimo três consultores da área de conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e estrangeiras, de comprovada produção científica. Após as devidas correções e possíveis sugestões, o artigo será aceito se tiver dois pareceres favoráveis e rejeitado quando dois pareceres forem desfavoráveis.
8. Os artigos deverão ser submetidos pela internet acessando este **Portal ACTA**.
9. O conflito de interesses pode ser de natureza pessoal, comercial, política, acadêmica ou financeira. Conflitos de interesses podem ocorrer quando autores, revisores ou editores possuem interesses que podem influenciar na elaboração ou avaliação de manuscritos. Ao submeter o manuscrito, os autores são responsáveis por reconhecer e revelar conflitos financeiros ou de outra natureza que possam ter influenciado o trabalho. Os autores devem identificar no manuscrito todo o apoio financeiro obtido para a execução do trabalho e outras conexões pessoais referentes à realização do mesmo. O revisor deve informar aos editores quaisquer conflitos de interesse que poderiam influenciar sobre a análise do manuscrito, e deve declarar-se não qualificado para revisá-lo.
10. A revisão de português e a tradução e/ou revisão de língua estrangeira serão de responsabilidade e custeados pelos autores dos artigos aceitos a partir de 2010, mediante comprovação emitida pelos [revisores credenciados](#).
11. Estão listadas abaixo a formatação e outras convenções que deverão ser seguidas:
 - a) No processo de submissão deverão ser inseridos os nomes completos dos autores (no máximo seis), seus enderecos institucionais e o e-mail do autor indicado para correspondência
 - b) Os artigos deverão ser subdivididos com os seguintes subtítulos: Resumo, Palavras-chave, Abstract, Key words, Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Conclusão, Agradecimentos (Opcional) e Referências. Esses itens deverão ser em caixa alta e em negrito e não deverão ser numerados.
 - c) O título, com no máximo vinte palavras, em português e inglês, deverá ser preciso. Também deverá ser fornecido um título resumido com, no máximo, seis palavras, que não estejam citadas no título.
 - d) O resumo não excedendo 200 palavras, deverá conter informações sucintas sobre o objetivo da pesquisa, os materiais e métodos empregados, os resultados e a conclusão. Até seis palavras-chave deverão ser acrescentadas ao final, tanto do resumo como do abstract, que não estejam citadas no título.

- e) Os artigos não deverão exceder 15 páginas digitadas, incluindo figuras, tabelas e referências. Deverão ser escritos em espaço 1,5 linhas e ter suas páginas e linhas numeradas. O trabalho deverá ser editado no MS-Word, ou compatível, utilizando Times New Roman fonte 12.
- f) O trabalho deverá ser formatado em A4 e as marquens inferior, superior, direita e esquerda deverão ser de 2,5 cm.
- g) O arquivo contendo o trabalho que deverá ser anexado (transferido), durante a submissão, não poderá ultrapassar o tamanho de 2MB, bem como, não poderá conter qualquer tipo de identificação de autoria, inclusive na opção propriedades do Word.
- h) Tabelas, Figuras e Gráficos deverão ser inseridos no texto, logo depois de citados. As Figuras e as Tabelas deverão ter preferencialmente 7,65 cm de largura, e não deverão ultrapassar 16 cm.
- i) As Figuras digitalizadas deverão ter 300 dpi de resolução e preferencialmente gravados no formato jpg. Ilustrações em cores não serão aceitas para publicação.
- j) Deverá ser adotado o Sistema Internacional (SI) de medidas.
- k) As equações deverão ser editadas utilizando software compatível com o editor de texto.
- l) As variáveis deverão ser identificadas após a equação.
- m) Artigos de Revisão poderão ser publicados mediante convite do Conselho Editorial ou Editor-Chefe da Eduem.
- n) A revista recomenda que oitenta por cento (80%) das referências sejam de artigos listados na base *ISI Web of Knowledge*, *Scopus* ou *SciELO* com menos de 10 anos. Recomenda-se dar preferência as citações de artigos internacionais. Não serão aceitos nas referências citações de dissertações, teses, monografias, anais, resumos, resumos expandidos, jornais, magazines, boletins técnicos e documentos eletrônicos.
- o) As citações deverão seguir os exemplos seguintes que se baseiam na ABNT (NBR 6023, 10520). Citação no texto, usar o sobrenome e ano: Lopes (2005) ou (LOPES, 2005); para dois autores Kevan e Imperatriz-Fonseca (2006) ou (KEVAN; IMPERATRIZ-FONSECA, 2006); três ou mais autores, utilizar o primeiro e após et al. (MENDOZA et al., 2009). Deverão ser organizadas em ordem alfabética, justificado. Listar todos os autores do trabalho. Os títulos dos periódicos deverão ser completos e não abreviados, sem o local de publicação.

MODELOS DE REFERÊNCIAS

Artigos

MENDOZA, F.; VALOUS, N. A.; ALLEN, P.; KENNY, T. A.; WARD, P.; SUN, D.W. Analysis and classification of commercial ham slice images using directional fractal dimension features. **Meat Science**, v. 81, n. 2, p. 313-320, 2009.

CARDOSO, V.; QUEIROZ, A. S.; FRIES, L. A. Estimativa de efeitos genotípicos sobre os desempenhos pré e pós-desmama de populações Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1763-1773, 2008.

ÁVILA, C. L. S.; PINTO, J. C.; SUGAWARA, M. S.; SILVA, M. S.; SCHWAN, R. F. L. Qualidade da silagem de cana-de-açúcar inoculada com uma cepa de *Lactobacillus buchneri*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 3, p. 255-261, 2008.

Livros

HUI, Y. H.; NIP, W. K.; ROGERS, R.W.; YOUNG, O. A. **Meat science and applications**. Boca Raton: CRC Press, 2001.

KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. 2nd ed. Brasília, DF: Secretariat for Biodiversity and Forests, 2006.

SOUZA, J. P. de; PEREIRA, L. B. Fatores influenciadores na competitividade da cadeia de carne bovina no Estado do Paraná. In: PRADO, I. N. do; SOUZA, J. P. de (Org.). **Cadeias produtivas: estudos sobre competitividade e coordenação**. Maringá: Eduem, 2007. p. 53-79.

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita e não está sendo avaliada por outra revista.
2. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, Open Office ou RTF (desde que não ultrapasse 2MB).
3. Todos os endereços de páginas da Internet, incluídas no texto (Ex: <http://www.eduem.uem.br>) estão ativos e prontos para clicar.
4. O texto está em espaçamento 1,5; usa uma fonte de 12-pontos Times New Roman; emprega itálico ao invés de sublinhar (exceto em endereços URL); com figuras e tabelas inseridas no texto, e não em seu final. No máximo 15 páginas.
5. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos em [Diretrizes para Autores](#), na seção Sobre a Revista.
6. A identificação de autoria deste trabalho foi removida do arquivo e da opção propriedades do Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em [Assegurando a Avaliação por Pares Cega](#).
7. O artigo submetido poderá ser em português ou inglês. Se aceito para publicação será obrigatória a tradução para o inglês

Declaração de Direito Autoral

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE E CESSÃO DE DIREITOS AUTORAIS Declaro que o presente artigo é original, não tendo sido submetido à publicação em qualquer outro periódico nacional ou internacional, quer seja em parte ou em sua totalidade. Declaro, ainda, que uma vez publicado na revista **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, editada pela Universidade Estadual de Maringá, o mesmo jamais será submetido por mim ou por qualquer um dos demais co-autores a qualquer outro meio de divulgação científica. Através deste instrumento, em meu nome e em nome dos demais co-autores, porventura existentes, cedo os direitos autorais do referido artigo à Universidade Estadual de Maringá e declaro estar ciente de que a não observância deste compromisso submeterá o infrator a sanções e penas previstas na Lei de Proteção de Direitos Autorais (Nº9609, de 19/02/98).

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou à terceiros.

ISSN 1806-2636 (impresso) e ISSN 1807-8672 (on-line) e-mail: actaanim@uem.br

ANEXO II

Manuscript preparation

1. General guidelines

[†Back to top.](#)

- Manuscripts are accepted in English. British English spelling and punctuation are preferred. Please use double quotation marks, except where "a quotation is 'within' a quotation". Long quotations of 40 words or more should be indented with quotation marks.
- Manuscripts should be compiled in the following order: title page; abstract; keywords; main text; acknowledgements; references; appendices (as appropriate); table(s) with caption(s) (on individual pages); figure caption(s) (as a list).
- **Abstracts** of words are required for all manuscripts submitted.
- Each manuscript should have 3 to 6 **keywords**. Abstracts are required for all papers submitted, and should not exceed 5% of the length of the main text (excluding references). However, please note that abstracts should be at least 150 words if manuscripts are shorter than 3,000 words.
- Search engine optimization (SEO) is a means of making your article more visible to anyone who might be looking for it. Please consult our guidance [here](#).
- Section headings should be concise and numbered sequentially, using a decimal system for subsections.
- All authors of a manuscript should include their full names, affiliations, postal addresses, telephone numbers and email addresses on the cover page of the manuscript. One author should be identified as the corresponding author. Please give the affiliation where the research was conducted. If any of the named co-authors moves affiliation during the peer review process, the new affiliation can be given as a footnote. Please note that no changes to affiliation can be made after the manuscript is accepted. Please note that the email address of the corresponding author will normally be displayed in the article PDF (depending on the journal style) and the online article.
- All persons who have a reasonable claim to authorship must be named in the manuscript as co-authors; the corresponding author must be authorized by all co-authors to act as an agent on their behalf in all matters pertaining to publication of the manuscript, and the order of names should be agreed by all authors.
- Biographical notes on contributors are not required for this journal.
- Please supply all details required by any funding and grant-awarding bodies as an Acknowledgement on the title page of the manuscript, in a separate paragraph, as follows:
 - *For single agency grants:* "This work was supported by the [Funding Agency] under Grant [number xxxx]."
 - *For multiple agency grants:* "This work was supported by the [Funding Agency 1] under Grant [number xxxx]; [Funding Agency 2] under Grant [number xxxx]; and [Funding Agency 3] under Grant [number xxxx]."

Authors should restrict their use of colour to situations where it is necessary on scientific, and not merely cosmetic, grounds. Colour figures will be reproduced in colour in the online edition of the journal free of charge. If it is necessary for the figures to be reproduced in colour in the print version, a charge will apply. Charges for colour pages are £250 per figure (\$395 US Dollars; \$385 Australian Dollars; 315 Euros). If you wish to have more than 4 colour figures, figures 5 and above will be charged at £50 per figure (\$80 US Dollars; \$75 Australian Dollars; 63 Euros). Waivers may apply for some articles – please consult the Production Editor regarding waivers.

Depending on your location, these charges may be subject to Value Added Tax .

5. Reproduction of copyright material

[↑Back to top.](#)

If you wish to include any material in your manuscript in which you do not hold copyright, you must obtain written permission from the copyright owner, prior to submission. Such material may be in the form of text, data, table, illustration, photograph, line drawing, audio clip, video clip, film still, and screenshot, and any supplemental material you propose to include. This applies to direct (verbatim or facsimile) reproduction as well as "derivative reproduction" (where you have created a new figure or table which derives substantially from a copyrighted source).

You must ensure appropriate acknowledgement is given to the permission granted to you for reuse by the copyright holder in each figure or table caption. You are solely responsible for any fees which the copyright holder may charge for reuse.

The reproduction of short extracts of text, excluding poetry and song lyrics, for the purposes of criticism may be possible without formal permission on the basis that the quotation is reproduced accurately and full attribution is given.

For further information and FAQs on the reproduction of copyright material, please consult our [Guide](#) .

6. Supplemental online material

[↑Back to top.](#)

Authors are encouraged to submit animations, movie files, sound files or any additional information for online publication.

- [Information about supplemental online material](#)

Manuscript submission

[↑Back to top.](#)

Manuscripts for consideration should be sent to Prof. Dr. Ortwin Simon at osimon@zedat.fu-berlin.de .

Authors must submit manuscripts electronically. Electronic submissions should be sent as email attachments using a standard word-processing program. If email submission is not possible, please send an electronic version on CD.

[Click here](#) for information regarding anonymous peer review.

Copyright and authors' rights

[↑Back to top.](#)

To assure the integrity, dissemination, and protection against copyright infringement of published articles, you will be asked to assign us, via a Publishing Agreement, the copyright in your article. Your Article is defined as the final, definitive, and citable Version of Record, and includes: (a) the accepted manuscript in its final form, including the abstract, text, bibliography, and all accompanying tables, illustrations, data; and (b) any supplemental material hosted by Taylor & Francis. Our Publishing Agreement with you will constitute the entire agreement and the sole understanding between you and us; no amendment, addendum, or other communication will be taken into account when interpreting your and our rights and obligations under this Agreement.

Copyright policy is explained in detail [here](#) .

Free article access

[↑Back to top.](#)

As an author, you will receive free access to your article on Taylor & Francis Online. You will be given access to the *My authored works* section of Taylor & Francis Online, which shows you all your published articles. You can easily view, read, and download your published articles from there. In addition, if someone has cited your article, you will be able to see this information. We are committed to promoting and increasing the visibility of your article and have provided guidance on [how you can help](#) . Also within *My authored works* , author eprints allow you as an author to quickly and easily give anyone free access to the electronic version of your article so that your friends and contacts can read and download your published article for free. This applies to all authors (not just the corresponding author).

Reprints and journal copies

[↑Back to top.](#)

Article reprints can be ordered through Rightslink® when you receive your proofs. If you have any queries about reprints, please contact the Taylor & Francis Author Services team at reprints@tandf.co.uk . To order a copy of the issue containing your article, please contact our Customer Services team at Adhoc@tandf.co.uk .

Open Access

[↑Back to top.](#)

Taylor & Francis Open Select provides authors or their research sponsors and funders with the option of paying a publishing fee and thereby making an article permanently available for free online access – *open access* – immediately on publication to anyone, anywhere, at any time. This option is made available once an article has been accepted in peer review.

[Full details of our Open Access programme](#)

Last updated 12/09/2013



Visit our [Author Services website](#) for further resources and guides to the complete publication process and beyond.