



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
SISTEMAS AGROSSI LVIPASTORIS NO SEMIÁRIDO**

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
FERMENTAÇÃO *IN VITRO* DE FORRAGEIRAS E
COPRODUTOS DA CADEIA DE BIODIESEL**

DÁRIO RICELLE CARVALHO DE ARAUJO

PATOS – PB

2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS NO SEMIÁRIDO**

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
FERMENTAÇÃO *IN VITRO* DE FORRAGEIRAS E
COPRODUTOS DA CADEIA DE BIODIESEL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como uma das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de concentração Sistemas Agrosilvipastoris no Semi-árido, para obtenção do título de Mestre.

Dário Ricelle Carvalho de Araujo

Orientador: Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevêdo Silva

CO-orientadora: Dr^a. Heloisa Carneiro

Patos – PB

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS NO SEMIÁRIDO

UFCG - BIBLIOTECA - CAMPUS I	
3427-2013	06-11-13
Doações	

FICHA CATALOGRÁFICA

De acordo com AACR2, CDU, CUTTER
Biblioteca Setorial do CSTR/UFCG - Campus de Patos - PB

A663a
2013

Araujo, Dário Ricelle Carvalho de
Avaliação da composição química e
fermentação *in vitro* de forrageiras e
coprodutos da cadeia de biodiesel.
/ - Dário Ricelle Carvalho de Araujo Patos -
PB: CSTR/UFCG/PPGZ, 2013.
60 f.

Bibliografia.

Orientador: Aderbal Marcos de Azevêdo
Silva.

Dissertação (Graduação em Zootecnia,
Sistemas Agrossilvipastoris no Semiárido),
Universidade Federal de Campina Grande.
Centro de Saúde e Tecnologia Rural.

1 - Nutrição Animal. 2 - Ácidos graxos
voláteis 3 - Dióxido de carbono. 4 - Metano.
5 - Valor nutritivo. I - Título.

CDU: 636.085:619



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: “Avaliação da composição química e fermentação *in vitro* de forrageiras e co-produtos da cadeia de biodiesel”

AUTOR: DÁRIO RICELLE CARVALHO DE ARAÚJO

ORIENTADOR: Prof. Dr. ADERBAL MARCOS DE AZEVÊDO SILVA

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

Prof. Aderbal Marcos de Azevêdo Silva
Presidente

Prof. Severino Gonzaga Neto
1º Examinador

Prof. José Morais Pereira Filho
2º Examinador

Patos - PB, 26 de fevereiro de 2013

Profª. Ana Célia Rodrigues Athayde
Coordenadora

Dedico:

A **Deus**, pelo dom da vida, sabedoria, e paz no coração, pelas bênçãos em cada passo, pela força extrema que só Ele pode me oferecer.

A minha esposa **Tânia Margareth Bernardi de Araujo**, pelo apoio e dedicação e compreensão.

A **minha família**, exemplos de caráter e dignidade. Pessoas que são responsáveis diretos por tudo que fiz e faço.

AGRADECIMENTOS

A **minha família** pelo apoio incondicional em todos os momentos.

A **EMATER - RO** por incentivar e viabilizar minha formação acadêmica em nível de mestrado, eternamente grato.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Zootecnia** - Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos - PB, pela oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Orientador **Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva**, pelo apoio, orientação, durante todo o mestrado, pelos conhecimentos passados, consideração, confiança, pelos conhecimentos imprescindíveis que me passou, extremamente importantes para meu crescimento.

A pesquisadora da EMBRAPA-CNPQ, Co-orientadora **Dr^a. Heloisa Carneiro** pelo apoio, orientação durante toda a pesquisa, pelos conhecimentos passados e especialmente por acreditar e sonhar juntos que nosso projeto pudesse ser concretizado e dar os resultados esperados.

Aos **componentes da banca examinadora**, por se dedicarem em contribuir intelectualmente para o aprimoramento deste trabalho.

A todos os **colegas de mestrado**, que juntos conseguimos transformar o desafio em uma tarefa prazerosa e enriquecedora, dentro da diversidade profissional da turma.

Enfim, a **todos** que participaram direto ou indiretamente da realização de mais um grande sonho.

Obrigado por tudo!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	I
1. INTRODUÇÃO GERAL	06
1. REFERÊNCIAS	08
CAPÍTULO 1 Composição química, degradabilidade e produção de gases <i>in vitro</i> de forrageiras tropicais	10
Resumo.....	10
Abstract.....	11
Introdução.....	12
Material e Métodos.....	13
Resultados e Discussão.....	15
Conclusões.....	22
Referências.....	23
CAPÍTULO 2 Composição química e produção de gases da <i>Brachiaria brizantha</i> e de coprodutos de biodiesel	28
Resumo.....	28
Abstract.....	29
Introdução.....	30
Material e Métodos.....	31
Resultados e Discussão.....	34
Conclusões.....	42
Referências.....	43
2. CONCLUSÃO GERAL	47
ANEXOS	48
I Normas de Submissão Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB	49

1 INTRODUÇÃO GERAL

A bovinocultura no Brasil é um dos principais destaques do agronegócio no cenário mundial, o país possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, estimado em 209,5 milhões de cabeças, sendo que do efetivo total, 11% corresponde ao gado leiteiro e os 89% é representada pela pecuária de corte, colocando o país como o maior exportador mundial de carne bovina (FAO, 2011). O clima tropical e a extensão territorial do Brasil contribuem para esse resultado, uma vez que permitem a criação da maioria do rebanho em pastagens. Neste cenário, o Brasil tem sido apontado como importante produtor de metano (CH_4) por ter o maior rebanho comercial de bovinos, e por utilizar como base alimentar forrageiras tropicais sob sistema de criação extensivo.

Além disso, os herbívoros ruminantes como bovinos, ovinos, bubalinos e caprinos, por meio da fermentação ruminal produzem metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) e ácidos graxos voláteis (AGVs). Os ácidos graxos voláteis constituem a maior fonte de energia (65% a 75% da energia metabolizável ingerida) para os ruminantes, entretanto a produção de metano e dióxido de carbono representa uma grande perda de energia.

Os países consumidores de produtos de origem animal têm sido cada vez mais abrangentes em termos do sistema produtivo, passando a exigir mais do que simplesmente alimento para atender as exigências da sociedade mundial, como também a qualidade do produto, o bem-estar animal, a conservação e preservação do meio ambiente.

Dentre as alternativas para mitigação dos gases metano e dióxido de carbono pela pecuária destacam-se a melhoria da qualidade nutricional da dieta, pela utilização de forragens de melhor valor nutritivo, associadas ao manejo adequado da pastagem (Lassey, 2007), como também a utilização de subprodutos oriundos da cadeia do biodiesel, pois segundo Grainger (2008), a inclusão extra de 2% de gordura, através da utilização de tortas ou farelos de oleaginosas, na dieta de bovinos de leite da Austrália, levaria a uma redução de 12% na emissão de CH_4 .

A política governamental brasileira espera uma produção de três bilhões de litros de biodiesel a partir de oleaginosas em 2013. Para este fim, uma oferta de cerca de oito bilhões de toneladas de resíduos materiais rico em proteína. A maioria desses resíduos das oleaginosas que vêm sendo utilizada para produção de biodiesel pode ser utilizada para alimentação animal, tendo cuidado com os fatores tóxicos ou antinutricionais, quantidades máximas dentro da formulação das dietas dos animais (Abdalla et al., 2008).

Atualmente estes resíduos são utilizados na adubação orgânica, geração de energia e alimentação animal. Considerando que a alimentação animal tem um elo entre a produção de biodiesel e a pecuária, pois a utilização deste subproduto na alimentação de ruminantes visa aumentar a produtividade e gerar menor emissão de gases, diminuindo o efeito estufa, gerando créditos de carbono e atendendo ao interesse da iniciativa privada (Abdalla et al., 2008). Portanto, o conhecimento do valor nutritivo das forrageiras disponíveis para os animais e dos coprodutos gerados pela indústria de biodiesel é indispensável para formulação de dietas balanceada e fundamental para estudos de nutrição animal, tornando mais eficiente à utilização dos nutrientes oferecidos aos animais e conseqüentemente, melhorar o desempenho animal.

Diante do exposto este trabalho teve como objetivos estimar a Composição química, degradabilidade e produção de gases *in vitro* de forrageiras tropicais e coprodutos de biodiesel.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, A.L.; FILHO, J.C.S.; GODOI, A.R.; et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.260-258, 2008.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. 2011. **Agricultural Production: Livestock Primary**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/569/default.aspx.ancor>> Acesso em 06 jan 2013.

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

GRAINGER, C.; WILLIAMS, R.; ECKARD, R.J.; et al. A high dose of monensina does not reduce methane emissions of dairy cows offered pasture supplemented with grain. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.5300-5308, 2010.

LASSEY, K. R. Livestock methane emission: from the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. **Meteorology Agricultural and Forest**, n.142, p.120-132, 2007.

CAPÍTULO 1

Composição química, degradabilidade e produção de gases *in vitro* de forrageiras tropicais

(Manuscrito enviado ao periódico Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB)

Composição química, degradabilidade e produção de gases *in vitro* de forrageiras tropicais

Dário Ricelle Carvalho de Araujo⁽¹⁾, Aderbal Marcos de Azevêdo Silva⁽¹⁾, Heloisa Carneiro⁽²⁾, Jose Morais Pereira Filho⁽¹⁾, Maiza Araujo Cordão⁽¹⁾, Milenna Nunes Moreira⁽¹⁾, Raissa Kiara Oliveira de Morais⁽¹⁾ e Fabíola Franklin de Medeiros⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Campina Grande - UFCG / Centro de Saúde e Tecnologia Rural - CSTR / Campus de Patos – PB Cx.P.: 64 - CEP: 58708-110. Email: darioricelle@gmail.com, aderbal@pq.cnpq.br, jmorais@cstr.ufcg.edu.br, maizacordao@hotmail.com, millenna_veterinaria@hotmail.com, raissa_kiara@hotmail.com, biulinha franklin@hotmail.com, ⁽²⁾EMBRAPA Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610 - Dom Bosco 36038-330 - Juiz de Fora – MG. Email: heloisa@cnpqgl.embrapa.br

Resumo - Objetivou-se com este estudo estimar a composição química e quantificar a produção de gases pela técnica *in vitro* de quatro espécies forrageiras (brachiaria, buffel, gramão e pangola). O inóculo para a incubação *in vitro* foi obtido a partir de três bovinos da raça holandesa e três ovinos da raça Santa Inês. A produção de gás foi medida às 6, 24 e 48 horas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4 x 2, com os fatores representados pelas forragens e inóculos. A brachiaria e o buffel obtiveram as maiores digestibilidade *in vitro* da matéria seca (68,20 e 65,47%), concentrações de proteína bruta (12,18 e 4,16%), menores teores de fibra em detergente neutro (64,03 e 68,34%) e lignina (3,28 e 3,91%), respectivamente. A produção de metano e dióxido de carbono sofreu efeito significativo da interação entre substrato e inóculo, exceto para a degradabilidade da matéria seca, produção total de gás, ácidos graxos voláteis e pH. A

brachiaria e o capim buffel produziram as maiores quantidades de gases. A forrageira de maior valor nutritivo foi a brachiaria seguida do buffel.

Termos para indexação: ácidos graxos voláteis, dióxido de carbono, metano, valor nutritivo

Chemical composition, degradability and *in vitro* gas production of tropical forage

Abstract - The objective of this study was to estimate and quantify the chemical composition of the gas production technique *in vitro* four forage species (Brachiaria, buffel, and Gramão pangola). The inoculum for the *in vitro* incubation was obtained from three cows of the Holsteins breed and three sheep of the Santa Ines breed. The gas production was measured at 6, 24 and 48 hours. The experimental design was completely randomized 4 x 2 factorial, with the factors represented by the fodder and inocula. The brachiaria and the buffel had the highest *in vitro* digestibility of dry matter (68.20 and 65.47%), crude protein (12.18 and 4.16%), lower levels of neutral detergent fiber (64.03 and 68.34%) and lignin (3.28 and 3.91%), respectively. The production of methane and carbon dioxide suffered significant interaction between substrate and inoculum, except for the degradability of dry matter, total gas production, volatile fatty acids and pH. The Brachiaria and the buffel grass produced the largest quantities of gases. The forage of higher nutritional value was brachiaria followed by buffel.

Index terms: volatile fatty acids, carbon dioxide, methane, nutritional value

Introdução

A alimentação dos ruminantes no Brasil está caracterizada principalmente pela utilização de pastagens tropicais, em função das características naturais que o país apresenta e de sua grande dimensão. Com aproximadamente 180 milhões de hectares e com um número de ruminantes de aproximadamente 236 milhões de cabeças, das quais 87% representados por bovinos, 7,4% por ovinos e 3,9% pelos caprinos (IBGE, 2011). Diante desses números, a pecuária tem sido apontada como uma das atividades causadoras dos impactos negativos ao meio ambiente pela produção dos gases do efeito estufa (GEE), oriundos da fermentação ruminal. Tal crítica tem sido fundamentada nos baixos índices zootécnicos verificados em sistemas de exploração animal baseados em pastagens degradadas ou que se encontram abaixo do seu potencial de produção. A baixa eficiência desse modelo de exploração tem gerado maiores quantidades de GEE por quilo de produto animal produzido (IPCC, 2007).

Além das preocupações ambientais, a produção de metano formado pelas bactérias *Archaea metanogênicas* que utilizam os restos da fermentação de outras fontes de carbono particularmente dos açúcares, o qual é eliminado pela eructação dos ruminantes corresponde a uma perda energética para o animal de 2 a 12% em relação à energia bruta (EB) do alimento ingerido (Beauchemin et al., 2008), refletindo em uma menor eficiência da produção animal.

A qualidade de uma planta forrageira depende de seus constituintes químicos e o conhecimento do valor nutritivo dessa possibilita identificar as causas limitantes do nível de produção, o que permite deduzir estratégias de manejo para aumento da produção animal (Velasquez et al., 2009).

Dentre as técnicas para avaliação de alimentos destaca-se a de produção de gases *in vitro*, a qual é importante no estudo dos parâmetros cinéticos das frações que compõem os alimentos, pois reflete a taxa e extensão em que os componentes são fermentados pelos

microrganismos do rúmen (Cabral et al., 2002). Suas vantagens na avaliação do valor nutritivo dos alimentos para ruminantes estão na sua rapidez, na uniformidade físico-química do local de fermentação e na conveniência de se manter poucos animais fistulados, além de serem menos onerosas. Essas técnicas de laboratório podem ser eficientes desde que sejam facilmente reproduzíveis e altamente correlacionadas a resultados obtidos *in vivo*, tornando-se uma opção para os estudos de plantas forrageiras (Getachew et al., 1998).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivos: avaliar a composição química, degradabilidade e produção de gases (metano, dióxido de carbono e ácidos graxos voláteis) pela técnica *in vitro* de quatro espécies forrageiras: brachiaria (*Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*), buffel (*Cenchrus ciliaris* L. cv. *Biloela*), gramão (*Cynodon. dactylon* L. Pers. var. *Aridus* cv. *Callie*) e pangola (*Digitaria decumbens* Stent).

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, cujas coordenadas são 21° 33' 22 de latitude Sul e 43° 06' 15 de longitude Oeste, numa altitude de 414 metros. 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 foram a brachiaria (28 dias de corte), buffel, gramão e pangola (48 dias de corte). Os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Para avaliação do teor de extrato etéreo (EE) as forragens foram acondicionadas em sacos de XT4 (Ankon[®]) e submetidas à extração pelo método oficial de alta temperatura da AOCS (2009), utilizando-se extrator XT10 (Ankon[®]). A DIVMS foi avaliada seguindo a metodologia proposta por Tilley e Terry (1963).

Para o estudo da fermentação *in vitro* foi pesado 0,5 g de MS do substrato, com partículas a 1mm, e colocado em saco ANKOM[®] (modelo F57) selado (6 repetições / tratamento), posteriormente colocados em um frasco de vidro de 50 mL. O inóculo para a incubação foi obtida a partir de três fêmeas bovinas da raça holandesa e três ovinos da raça santa inês fistulados no rumen. Os animais doadores encontravam-se em piquetes formado por *Brachiaria brizantha*.

Após coletado, o líquido ruminal foi transferido para garrafas térmicas previamente aquecidas a 39°C e levadas imediatamente ao laboratório. Posteriormente o inóculo foi filtrado em duas camadas de gaze e mantido em banho maria a 39°C, até ser adicionado as demais soluções (tampão, macro e micro minerais, solução de resazurina e meio B) para o meio de cultura em uma proporção de 5:1 (solução tampão:líquido ruminal). O inóculo (30 mL) foi então transferido para os frascos de incubação, posteriormente lacrados e colocados em um agitador orbital cremalheira ajustado em 120 oscilações por minuto em uma incubadora a 39°C.

Os perfis acumulativos de produção total de gases *in vitro* de cada frasco foi medido as 6, 24 e 48 horas após a incubação utilizando um aparelho de deslocamento de água, graduado em mL. Após a última medição do gás (48 horas da incubação), procedeu-se a coleta e armazenamento do gás para determinação da concentração de metano e dióxido de carbono. O gás contido em cada frasco foi removido utilizando uma seringa de 30 mL e transferido imediatamente para frascos de soro de vidro de 20 mL, previamente evacuados. O percentual de CH₄ e CO₂ foi determinado por cromatografia gasosa (Primavesi et al., 2004).

Após a coleta do gás para determinação de CH₄ e CO₂ os fracos de fermentação foram abertos e feito a aferição do pH do meio de cultura. A partir do percentual de metano e dióxido de carbono emitido, calculou-se o seu volume correspondente à produção acumulada de gás em 48 horas do processo fermentativo, corrigido para um grama de matéria seca degradada e foi expresso mL/g MS.

Para a determinação da matéria seca, após a leitura e coleta dos gases (48 horas) pós-incubação, removeu-se os sacos (ANKOM[®]) contendo os resíduos das amostras não degradadas, sendo este submetidos a uma série de lavagens com água destilada, seguido por lavagem com acetona e enxágue, para remoção da massa microbiana. Em seguida os sacos contendo os respectivos resíduos sólidos foram levados à estufa a uma temperatura de 55°C por 48 horas. A degradabilidade da matéria seca (DMS), após as 48 horas de incubação, 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, foi coletado uma fração líquida do meio de cultura (10 mL) após a digestibilidade (48 horas) e adicionado ao meio 2 mL de ácido metafosfórico (20%) para conservação da amostra, em seguida armazenados em freezer até posteriores análises (Holtshausen et al., 2009).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4 x 2, com os fatores representados pelas substratos (forragens) e inóculos (bovino e ovino). As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, através do pacote de software estatístico SAS (2002).

Resultados e Discussão

Baseando-se nos resultados de composição química (Tabela 1), observa-se melhor qualidade nutricional do brachiaria e do buffel, tendo em vista os maiores percentuais de DIVMS e teores de PB, e os menores teores de FDN, FDA e lignina.

Tabela 1 – Composição bromatológica (%) das forrageiras brachiaria, buffel, gramão e pangola.

Forragem	MS	PB	FDN	FDA	LIG	EE	MM	DIVMS
Brachiaria	92,16	12,18	64,03	32,45	3,28	3,28	10,52	68,20
Buffel	91,30	4,16	68,34	37,39	3,91	2,38	11,24	65,47
Gramão	91,81	6,57	71,66	39,76	4,22	2,63	12,35	56,80
Pangola	91,81	4,52	76,55	45,04	4,73	1,81	12,30	48,25

***MS** - matéria seca; **PB** - proteína bruta; **FDN** - fibra em detergente neutro; **FDA** - fibra em detergente ácido; **LIG** - lignina; **EE** - extrato etéreo; **MM** - matéria mineral; **DIVMS** - digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

O pangola foi a forragem que representou a pior qualidade nutricional, o que pode ser comprovado pelo menor valor da DIVMS e pelas maiores concentrações de FDN, FDA e lignina. Fatores estes que indicam baixa qualidade da forragem, pois segundo estudo realizado por Velasquez (2010) a DIVMS esta correlacionada com as concentrações de parede celular (FDN, FDA e lignina).

O teor de FDN é um importante parâmetro que define a qualidade da forragem, bem como um fator limitante para a ingestão de alimentos pelos animais, sendo essa a fração química da forrageira que se correlaciona mais estreitamente com o consumo voluntário dos animais, no entanto, valores acima de 55 a 60% apresentam correlação negativa (Van Soest, 1965). No presente trabalho os percentuais de FDN encontrado esteve sempre acima do valor crítico de 63%, portanto, o consumo voluntário das forrageiras estudadas em pastejo poderia ser limitado.

A utilização de pastagens por ruminantes, com teores de FDN superiores a 60%, e proteína bruta (PB) inferiores a 6%, caracterizam uma forrageira de baixa qualidade, pois teores a baixo de 7% comprometem o desenvolvimento e atividade dos microrganismos do rumem (Van Soest, 1994). Essa baixa qualidade também proporcionam menor taxa de passagem das partículas, acarretando o aumento do enchimento ruminal e conseqüentemente redução do consumo de matéria seca (Forbes, 1995).

Os teores de FDA presente nas forrageiras estudadas (Tabela 1) demonstram que os melhores teores foram observados para a brachiaria e o buffel e os piores para o gramão e pangola, (32,45, 37,39, 39,76 e 45,04%), respectivamente. Altos teores de FDA na planta forrageira diminuem a digestibilidade da matéria seca, comprometendo o rendimento dos animais (Costa et al., 2010).

A baixa qualidade das forragens buffel, gramão e pangola pode está relacionado com o período de corte (48 dias) que ocorreu no período de estiagem (seco), pois segundo Cabral et al. (2006) a idade de corte influencia na qualidade nutricional das plantas forrageiras, refletindo na digestibilidade da MS, teores de PB, FDN e FDA. Provavelmente isso se deva porque com a senescência ocorre queda na qualidade da forragem, principalmente com redução dos teores de proteína e energia, e aumento da parede celular, o que acarreta maior gasto de energia para mastigação, maior tempo para esvaziamento ruminal, menor crescimento microbiano e menor consumo (Ataíde Junior et al., 2001; Kincaid e Rodehutsord, 2005).

Pena et al. (2009), avaliando as características morfogênicas e estruturais e o acúmulo de forragem, concluíram que tanto o intervalo quanto a altura de corte podem influenciar o acúmulo e a composição morfológica da forragem produzida, e sua importância relativa varia com a época do ano e o estágio fenológico das plantas.

As produções de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) apresentaram efeito de interação (P<0,05) entre substrato e inóculo (Tabela 2).

Tabela 2 - Médias da concentração de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) das forragens brachiaria, buffel, gramão e pangola em filtrado ruminal de bovino e ovino.

Forragens	CH ₄ (mL/g/MS)			CO ₂ (mL/g/MS)		
	Bovino	Ovino	P	Bovino	Ovino	P
Brachiaria	9,15 ^{Aa}	3,18 ^{Cb}		69,40 ^{Aa}	28,46 ^{BCb}	
Buffel	8,15 ^{Aa}	9,73 ^{Aa}	<0,001	69,04 ^{Aa}	67,66 ^{Aa}	<0,001
Gramão	7,78 ^{ABa}	5,90 ^{Bb}		55,28 ^{Ba}	38,88 ^{Bb}	
Pangola	6,05 ^{Ba}	2,61 ^{Cb}		40,04 ^{Ca}	18,82 ^{Cb}	

*Médias seguidas da mesma letra sobrescrita maiúsculas entre linhas e minúsculas entre colunas diferem significamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Comparando-se as espécies doadoras dos inóculos (bovino e ovino) a produção de metano e dióxido de carbono das forragens brachiaria, gramão e pangola se mostraram superiores para a espécie bovina. Já o buffel não apresentou diferença (P<0,05) entre as espécies. Quando comparado à produção de metano e dióxido de carbono entre as espécies forrageiras, estas foram diferentes dentro de cada inóculo. Dentro das espécies (bovino e ovino) foi constatada maior produção CH₄ e CO₂ para o buffel e brachiaria em relação aos demais substratos.

O elevado teor de carboidratos não fibrosos e baixas concentrações de FDN e FDA, características de forrageiras de melhor qualidade, estão geralmente relacionados a uma menor proporção da energia dietética que é convertida para metano (Machado et al., 2011). Outros estudos *in vitro* têm demonstrado acréscimo na produção de CH₄ de 33 mL/g MS com

o aumento no teor de FDN (Getachew et al., 2005; Rivera et al., 2010). No entanto, no presente estudo, as concentrações de CH₄ produzidos pelos capins buffel e brachiaria não refletiram sua melhor qualidade fermentativa e composição química. Outros resultados semelhantes a estes foram encontrados por Canesin et al. (2010), que encontraram maiores valores de produção de metano por grama de MS degradada nas dietas de melhores valores nutricionais, ao avaliarem, por meio da técnica *in vitro* semi automática de produção de gases, a produção de metano da brachiaria adicionado de diferentes percentuais de concentrado, associando isto à maior velocidade de fermentação.

Observou-se diferenças significativas (P<0,05) no percentual da degradabilidade da matéria seca e produção de gases (mL/g MS) (Tabela 3) para as diferentes espécies forrageiras estudadas, destacando a brachiaria e o buffel e que produziram as maiores quantidades de gases em 48 horas após incubação, sendo que o pangola apresentou o menor percentual da degradabilidade da matéria seca.

Tabela 3 - Médias da DMS (degradabilidade da matéria seca %), produção cumulativa de gás (mL/g MS), ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico μmol/mL), relação acetato:propionato (R/A:P) e pH do meio de cultura 48 horas pós-incubação.

Variáveis	Forragens				P	Espécies		P
	BRA	BUF	GRA	PAN		Bovino	Ovino	
DMS	52,68 ^a	45,11 ^b	40,03 ^c	24,37 ^d	<0,001	39,44 ^a	41,65 ^a	0,090
GÁS	165,30 ^a	162,32 ^a	151,60 ^b	109,96 ^c	<0,001	142,80 ^b	151,79 ^a	<0,001
ACE	53,41 ^a	54,02 ^a	48,22 ^b	40,77 ^c	<0,001	52,97 ^a	47,24 ^b	0,005
PRO	25,32 ^a	24,76 ^a	20,68 ^b	16,02 ^c	<0,001	22,56 ^a	20,83 ^b	0,018
BUT	9,35 ^a	10,10 ^a	8,08 ^b	6,06 ^c	<0,001	9,39 ^a	7,41 ^b	<0,001
R/A:P	2,11 ^c	2,18 ^c	2,33 ^b	2,54 ^a	<0,001	2,35 ^a	2,27 ^b	<0,001

pH	6,23 ^b	6,30 ^b	6,29 ^b	6,54 ^a	<0,001	6,33 ^a	6,35 ^a	0,636
-----------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------	-------------------	-------------------	-------

***BRA** - brachiaria; **BUF** - buffel; **GRA** - gramão; **PAN** - pangola.

***ACE** - acético; **PRO** - propiônico; **BUT** - butírico.

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha significam diferenças significativas entre espécies pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P).

A produção de gás é o reflexo da eficácia e da extensão da degradabilidade do alimento. Alimentos volumosos que apresentam alta degradabilidade ruminal da matéria seca tendem a apresentar também alta produção de gás, como também as forragens que têm maior DMS também tendem a ter maiores emissões de CH₄, associando isto ao percentual de gás produzido (Njidda e Nasiru, 2010). Os resultados do presente estudo corroboram com estes conceitos.

Segundo Tomich et al. (2003), partindo do princípio de que os gases produzidos refletem a degradação da amostra, a taxa e o potencial máximo de produção de gases são as principais características para avaliar a qualidade de forrageiras pelas técnicas de produção de gases. Considerando esses parâmetros, pode-se inferir no presente estudo que as forragens brachiaria e buffel apresentaram melhores qualidades fermentativas, uma vez que seu potencial máximo e sua taxa de produção de gases, em ambos os inóculos, foram mais elevados que nos demais forragens estudadas.

A proporção de AGVs varia de acordo com a alimentação. Uma dieta baseada em volumoso tem 75% de acetato, 17% de propionato e 8% de butirato. Já para uma dieta a base de concentrado a proporção passa a ser de 57% de acetato, 32% de propionato e 11% de butirato (Carvalho et al., 2005).

Estudos realizados por Relling et al. (2001), mostraram que a forragem mais madura resultou em níveis mais elevados na relação A:P, indicando que um pasto mais maduro está

associado com material de qualidade inferior. Isto indica que a produção de ácidos graxos voláteis totais diminuiu com o avanço da idade da planta, resultando em menor energia para o hospedeiro. A proporção de propionato também diminuiu durante as diferentes épocas do ano (seca ou chuvosa). A alta proporção de propionato está associada com alta qualidade de material vegetal. Com base nos parâmetros fermentativos pode-se afirmar que com a maturidade da pastagem tem um efeito negativo sobre o valor nutricional, indicando que as forragens melhores aproveitadas em estágios mais jovens de desenvolvimento. Esta tendência foi observada no presente estudo, sendo o brachiaria seguida pelo buffel que apresentaram a menor relação A:P.

Segundo Beauchemin e McGinn (2005) a composição da dieta com alto teor de carboidratos solúveis favorece a produção de propionato, um processo da metanogênese que reflete na diminuição de CH_4 por unidade de matéria orgânica fermentável. Por outro lado, as dietas que favorecem a produção de ácido acético resulta em maior produção de CH_4 , consequentemente maiores perdas energéticas (Boadi et al., 2004, Alexander et al., 2008). Isto foi observado pelas forragens de melhor valor nutricional (brachiaria e buffel), em que a quantificação de ácidos graxos de cadeia curta comprovou que a relação acetato:propionato foi menor para estas forragens, significando menor perda de energia.

Não houve diferenças significativas ($P < 0,05$) do pH do meio de cultura após 48 horas de incubação entre as espécies. Os valores médios encontrados variaram de 6,23 a 6,54 entre as espécies forrageiras estudadas. Carvalho et al. (2011), avaliaram os valores de pH em ovinos mantido em pastagem de brachiaria, onde encontraram valores médios de pH superiores a 6,20. Segundo Veth et al. (2001) a digestibilidade da FDN reduz quando o pH ruminal permanece quatro horas em valores abaixo de 6,0 e a síntese microbiana reduz quando o pH permanece 12 horas abaixo desse valor. É possível, portanto, que o pH

encontrado no presente estudo tenha se mantido na faixa considerada adequada para atuação dos microrganismos ruminais.

Conclusões

A forrageira brachiaria apresentou melhor qualidade nutricional, enquanto o Pangola representou qualidade inferior às demais.

As maiores produções de gases foram observadas para as forragens brachiaria e buffel.

Agradecimentos

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a Embrapa Gado de Leite pelo auxílio ao projeto de pesquisa.

Referências

ALEXANDER, G., SINGH, B.; SAHOO, A.; BHAT, T.K. *In vitro* screening of plant extracts to enhance the efficiency of utilization of energy and nitrogen in ruminant diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.145, p.229-244, 2008.

ATAÍDE JÚNIOR, J.R.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; GARCIA, R. ; CECON, P.R.; ALVES, M.J.; MOREIRA, A.L. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhos alimentados com ração à base de feno de capim-tifton 85, em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.215-221, 2001.

BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M.; O'MARA, F.; MCALLISTER, T.A. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.48, n.2, p.21-27, 2008.

BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S.M. Methane emissions from feedlot cattle fed barley or corn diets. **Journal of Animal Science**, v.83, n.3, p.653-661, 2005.

BOADI, D., BENCHAAR, C.; CHIQUETTE, J.; MASSE, D. Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.84, p.319-335, 2004.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; MALAFAIA, P.A.M.; ZERVOUDAKIS, J.T.; SOUZA, A.L.; VELOSO, R.G.; NUNES, P.M.M. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2406-2412, 2006.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2332-2339, 2002.

CANESIN, R.C.; BERCHIELLI, T.T.; MESSANA, J.D. et al. Produção de metano *in vitro* do capim marandu em três épocas do ano com quatro níveis de concentrado. In: 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010, Salvador. **Anais...** 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.

CARVALHO, D.M.G. de; CABRAL, L.S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; AMOLDO, T.L.Q.; BENATTI, J.M.B.; KOSCHERCK, J.F.W.; PIONA, M.N.M.; OLIVEIRA, A.A. de.

Suplementos para ovinos mantidos em pastos de capim-marandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.2, p.196-204. 2011.

CARVALHO, F.A.N.; BARBOSA, F.A.; MCDOWELL, L.R. **Nutrição de bovinos a pasto**. Belo Horizonte – MG: 2.ed, 2005. 427p.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, L.P Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.192-199, 2010.

GETACHEW, G.; BLÜMMEL, M.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.72, p.261-281, 1998.

GETACHEW, G.; DEPETERS, E.J.; ROBINSON, P.H.; FADEL, J.G. Use of an *in vitro* rumen gas production technique to evaluate microbial fermentation of ruminant feeds and its impact on fermentation products. **Animal Feed Science and Technology**, v.123, n.1, p.547-559, 2005.

HOLTSHAUSEN, L.; CHAVES, A.V.; BEAUCHEMIN, K.A.; MAGINN, S.M.; MCALLISTER, T.A.; ODONGO, N.E.; CHEEKE, P.A.; BENCHAAAR, C. Feeding saponin-containing *Yucca shidigera* and *Quillaja saponaria* to decrease enteric methane production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.2809-2821, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2011. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 05 fev. 2013.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Fourth Assessment Report (AR4): Mitigation of Climate Change**. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/contents.html>. Acesso em: 05 fev. 2013.

KINCAID, R.L.; RODEHUTSCORD, M. Phosphorus Metabolism in the Rumen. In: PFEFFER, E.; HRISTOV, A.N. (Ed.) **Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle: Reducing the environmental impact of cattle operations**. Washington: Cabi Publishing, p.187-193, 2005.

MACHADO, F.S.; PEREIRA, L.G.R.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; LOPES, F.C.F.; CHAVES, A.V.; CAMPOS, M.M.; MORENZ, M.J.F. **Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2011. 92p.

NJIDDA, A.A.; NASIRU, A. *In vitro* gas production and dry mater digestibility of tannin-containing forages of semi-arid region of north-eastern nigeria. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.9, p60-66, 2010.

PENA, K.S.; NASCIMENTO JUNIOR, D.N.; SILVA, S.C. da; ELCLIDES, V.P.B.; ZANINE, A.M. Características morfogênicas, estruturais e acúmulo de forragem do capim tanzânia submetido a duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2127-2136, 2009.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.S.; PEDREIRA, M.S.; LIMA, M.A.; BERCHIELLI, T.T.; DEMARCHI, J.J.A.A.; MARELLA, M.Q.; BARBOSA, P.F.; JOHNSON, K.A.; WESTBERG, H.H. **Técnica do gás traçador SF₆ para medição de campo do metano ruminal em bovinos**: adaptações para o Brasil. CD. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004 (outubro). 76p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Documentos, 39) (ISSN 1518-4757).

RELLING, E. A.; VAN NIEKERK, W. A.; COERTZE, R. J.; RETHMAN, N.F.G. An evaluation of *Panicum maximum* cv. Gatton: 2. The influence of stage of maturity on diet selection, intake and rumen fermentation in sheep. **Journal of Animal Science**, v.31, n.2, 2001.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa - MG: UFV, 2002. 235p.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

TOMICH, T.R.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; RODRIGUÊS, J.A.S. Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, p.747-755, 2003.

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.24, n.3, p.834-844, 1965.

VELÁSQUEZ, P.A.T.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A.; RIVERA, A.R.; DIAN, P.H.M.; TEIXEIRA, I.A.M.A. Cinética da fermentação e taxas de degradação de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte estimadas pela técnica de produção de gases *in vitro*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1695-1705, 2009.

VETH, M.J. de.; KOLVER, E.S. Diurnal variation in pH reduces digestion and synthesis of microbial protein when pasture is fermented in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2066-2207, 2001.

RIVERA, A.R.; BERCHIELLI, T.T.; MESSANA, J.D.; VELASQUEZ, P.T.; FRANCO, A.V.M.; FERNANDES, L.B. Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.617-624, 2010.

CAPÍTULO 2

Composição química e produção de gases da *Brachiaria brizantha* e de coprodutos de biodiesel

Composição química e produção de gases da *Brachiaria brizantha* e de coprodutos de biodiesel

Dário Ricelle Carvalho de Araujo⁽¹⁾, Aderbal Marcos de Azevêdo Silva⁽¹⁾, Heloisa Carneiro⁽²⁾, Jose Morais Pereira Filho⁽¹⁾, Maiza Araujo Cordão⁽¹⁾, Milenna Nunes Moreira⁽¹⁾, Raissa Kiara Oliveira de Morais⁽¹⁾ e Fabíola Franklin de Medeiros⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Campina Grande - UFCG / Centro de Saúde e Tecnologia Rural - CSTR / Campus de Patos – PB Cx.P.: 64 - CEP: 58708-110. Email: darioricelle@gmail.com, aderbal@pq.cnpq.br, jmorais@cstr.ufcg.edu.br, maizacordao@hotmail.com, millenna_veterinaria@hotmail.com, raissa_kiara@hotmail.com, biulinha franklin@hotmail.com, ⁽²⁾EMBRAPA Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610 - Dom Bosco 36038-330 - Juiz de Fora – MG. Email: heloisa@cnpql.embrapa.br

Resumo – Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a composição química e o efeito de dietas à base de *Brachiaria brizantha* e de coprodutos oriundos da indústria nacional de biodiesel (soja, girassol preto, algodão, moringa e pinhão-mansão) sobre a produção de gases em quatro diferentes níveis (0, 30, 50 e 70%) de substituição da *Brachiaria brizantha* pelos coprodutos. O inóculo para a incubação *in vitro* foi obtido de três vacas da raça Holandesa com fistulas ruminais. A produção de gás foi medida às 3, 6, 12, 24 e 48 horas após a incubação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 5 x 4, com os fatores representados pelos coprodutos e os níveis. De acordo com os resultados, todas as variáveis estudadas apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) pelos níveis das dietas (0, 30, 50 e 70%). As concentrações de PB dos coprodutos variaram de 34,26% (girassol preto) a 57,76% (moringa), FDN 20,27% (moringa) a 39,14% (pinhão-mansão) e EE 1,83 (Soja) a 11,06% (pinhão-mansão). A Moringa produziu a menor concentração de CH₄ (2,53 mL/g MS).

Os resultados indicam que os coprodutos podem ser incluídos na dieta de ruminantes para reduzir as perdas energéticas e conseqüentemente aumentar a eficiência alimentar e reduzir o impacto ambiental.

Termos para indexação: dióxido de carbono, forragem, metano, perda energética

Chemical composition and *Brachiaria brizantha* gas production and byproducts of biodiesel

Abstract - The objective of this research was to evaluate the chemical composition and the effect of diets with *brachiaria brizantha* and the byproducts from the biodiesel industry (soybean, sunflower, cotton, moringa and pinhão manso (*jatropha*)) on gas production on four different placement of *Brachiaria brizantha* byproducts levels (0, 30, 50 and 70%). The inoculum for the *in vitro* incubation was obtained from three Holstein cows with rumen fistulas. The gas production was measured at 3, 6, 12, 24 and 48 hours after incubation. The experimental design was completely randomized in a 5 x 4 factorial arrangement, with the factors represented by the co-products and levels. According to the results, all variables showed significant effect ($P < 0.05$) by the diets (0, 30, 50 and 70%). The CP concentrations of co-products ranged from 34.26% (sunflower) to 57.76% (moringa), FDN 20.27% (moringa) to 39.14% (Pinhão manso - *jatropha*) and EE 1.83 (Soybean) to 11.06% (Pinhão manso - *jatropha*). Moringa produced the lowest concentration of CH_4 (2.53 mL / g MS). The results indicate that the co-products may/can be included in the diet of ruminants to reduce energy losses and thus improving feed efficiency and reducing environmental impact.

Index terms: carbon dioxide, fodder, methane and energy loss

Introdução

O Brasil destaca-se mundialmente na produção pecuária, por ser o maior produtor de bovinos do mundo, com cerca de 209,5 milhões de cabeças e detém, aproximadamente, 20% do mercado da carne, sendo o 6º maior produtor de leite (FAO, 2011), onde vem sendo indicado como um dos países que mais contribui para o aumento do efeito estufa, pela baixa eficiência alimentar dos animais nos sistemas de criação adotado, pois possui o maior efetivo de bovinos: no que se refere á emissão de metano, a culpa poderia sim ser dada aos ruminantes, no entanto, esses valores não são confrontados com o sequestro de carbono pelas pastagens e retorno ao sistema em produto animal (carne, leite e pele) dessa atividade.

As forrageiras tropicais representam um dos recursos alimentares mais econômicos para a produção animal (Silva et al., 2009). Dentre estas forrageiras que constituem a principal fonte alimentar para os rebanhos do país destacam-se as do gênero *Brachiaria* que representam cerca de 80% de toda área de pastagens cultivadas em nosso meio (Hodgson e Silva, 2002).

Na criação intensiva de ruminantes, os custos com alimentação representam um dos principais componentes da produção. A procura por alimentos alternativos e de baixo valor comercial, tais como resíduos e subprodutos agrícolas ou industriais, aparecem como alternativa. Dentre estes se destacam as oleaginosas utilizadas para a fabricação de biodiesel, sendo estas produtoras de resíduos de elevado valor nutricional, como tortas e farelos.

A produção de metano entérico tem sido muito discutida sob dois aspectos, os impactos ambientais e as perdas energéticas. Este gás é resultante do processo digestivo dos ruminantes, essencial para a degradação da matéria orgânica (McAllister et al., 1996; Beauchemin et al., 2009), porém representa uma perda de 2 a 12% de energia bruta (IEB) que é perdida durante o processo fermentativo (Pedreira e Primavesi, 2006; Beauchemin et al.,

2008). Esta produção pode variar em função do sistema de alimentação adotado (Johnson e Johnson, 1995; Beauchemin et al., 2009).

Dentre as estratégias para a mitigação de metano esta associada a qualidade da dieta, seja pela utilização de alimentos cuja fermentação implique menor relação acetato: propionato, seja pela utilização de dietas que contenham em sua composição substâncias que atuem na ação das metanogênicas (Rivera et al., 2010).

A utilização dos resíduos de biodiesel pode trazer benefícios à composição de dietas para ruminantes, garantindo a melhoria da eficiência produtiva (Araújo e Alves, 2005), além de ser uma fonte de proteína promissora para os ruminantes (Mulrooney et al., 2009).

Visando avaliar a influência da alimentação sobre as perdas energéticas via metano entérico e conseqüentemente melhorar a eficiência alimentar, objetivou-se neste estudo avaliar a composição química da brachiaria (*Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*) e coprodutos oriundos da indústria nacional do biodiesel: Soja (*Glycine Max*), girassol preto (*Helianthus annus*), algodão (*Gossypium spp. L.*), moringa (*Moringa oleifera*) e pinhão-manso (*Jatropha curcas*) e quantificar a produção de gás em quatro diferentes níveis (0, 30, 50 e 70%) de substituição da brachiaria pelos coprodutos.

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, cujas coordenadas são 21° 33' 22 de latitude Sul e 43° 06' 15 de longitude Oeste, numa altitude de 414 metros. 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 a brachiaria (controle) e tortas de coprodutos oriundos das indústrias de biodiesel após o processamento da extração do óleo vegetal.: soja, girassol preto, algodão, moringa e pinhão-manso.

Os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinados segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Para quantificar os teores de FDN corrigido para matéria mineral e proteína (FDNmp) e de FDA corrigido para matéria mineral e proteína (FDAmP), foram avaliadas as concentrações de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), matéria mineral insolúveis em detergente neutro (MIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e matéria mineral insolúveis em detergente ácido (MIDA), seguindo-se os métodos descritos por Silva e Queiroz (2002).

Para avaliação do teor de extrato etéreo (EE) a forragem e os coprodutos foram acondicionados em sacos de XT4 (Ankon[®]) e submetidos à extração pelo método oficial de alta temperatura da AOCS (2009), utilizando-se extrator XT10 (Ankon[®]). A DIVMS foi avaliada seguindo a metodologia proposta por Tilley e Terry (1963).

Para incubação *in vitro* foram formuladas dietas, substituindo a brachiaria pelos coprodutos nas seguintes proporções: 100/0, 70/30, 50/50 e 30/70% (volumoso/coproduto). 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 medio de 600 kg e fistuladas no rúmen, sendo então transferidos 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 colocados em um agitador orbital cremalheira ajustado em 120 oscilações por minuto em uma incubadora a 39 °C.

Perfis acumulativos de produção de gases *in vitro* de cada frasco foi medido às 3, 6, 12, 24 e 48 horas após a incubação, utilizando-se um aparelho de deslocamento de água graduado em mL. Após a última medição do gás nos tempos 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 coâmbar 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 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 foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5 x 4, com os fatores representados pelos coprodutos e os níveis de substituição. As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, por meio do software SAS (2002).

Resultados e Discussão

Baseado nos resultados de composição química (Tabela 1), observa-se que a brachiaria apresentou boa qualidade nutricional, tendo em vista o percentual de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), concentração de proteína bruta (PB), teores de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) e lignina, os quais apresentaram os valores (%) 65,20, 12,22; 55,62; 27,77; 2,47, respectivamente. Estes resultados corroboram com os citados por Velásquez et al., (2010), estudando forrageiras tropicais em diferentes idades de corte, concluindo que a brachiaria apresentou o melhor valor nutritivo entre as demais espécies estudadas.

Tabela 1 - Composição química e DIVMS (%) da forragem brachiaria e dos coprodutos de biodiesel.

Coproduto	MS	PB	FDNmp	FDamp	LIG	EE	MM	DIVMS
Brachiaria	87,08	12,22	55,62	27,77	3,47	3,22	8,61	65,20
Soja	86,99	52,84	18,45	10,67	1,59	1,83	6,60	80,89
Girassol preto	90,11	34,26	39,01	24,36	3,43	3,21	5,49	58,23
Algodão	92,91	54,99	30,36	20,77	3,21	4,03	6,83	59,56
Moringa	90,12	57,76	20,27	8,05	1,03	8,48	4,98	79,13
Pinhão-Manso	92,07	35,69	39,14	33,45	4,34	11,06	7,95	57,13

***MS** - Matéria Seca; **PB** – Proteína Bruta; **FDNmp** – Fibra em Detergente Neutro corrigido para matéria mineral e proteína; **FDamp** – Fibra em Detergente Ácido corrigido para matéria mineral e proteína; **LIG** – Lignina; **EE** - Extrato Etéreo; **MM** – matéria mineral; **DIVMS** – Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca.

Várias pesquisas já relataram o potencial nutricional destes coprodutos na alimentação dos animais (Silva et al., 2005a, 2005b; Souza et al., 2009), surgindo assim como alternativa viável tanto do ponto de vista nutricional como econômico. Neste mesmo contexto Abdalla et al. (2008), analisando a utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes, observaram características nutricionais adequadas para serem incluídas na dieta de ruminantes, entretanto cuidados devem ser observados quanto a possíveis efeitos deletérios devido à presença de metabólitos bioativos em alguns materiais. O conteúdo proteico destes coprodutos é relativamente alto (40%), podendo ser utilizado como fonte de proteína para os ruminantes (Mota e Pestana, 2011), e teores de fibras são relativamente baixos (Abdalla et al., 2008).

Neste trabalho os coprodutos estudados apresentaram características nutricionais satisfatórias, com teores médios de proteína bruta que variaram de 34,26% (Girassol preto) a 57,76% (moringa), teores de FDN de 20,27% (moringa) a 39,14% (pinhão-manso) e teores de FDA de 8,05% (moringa) a 33,45% (pinhão-manso), corroborando com resultados encontrados por Mota e Pestana (2011) e Abdalla et al. (2008).

Outra pesquisa realizada por Grainger (2008) mostrou que os teores de extrato etéreo (EE) também variaram consideravelmente (2 a 8%), o que pode ser outro benefício para os ruminantes, considerando que a inclusão de óleo na dieta pode auxiliar na mitigação de metano entérico. Assim como Martin et al. (2008) e Grainger e Beauchemin (2011), concluíram que a suplementação de ruminantes com dietas ricas em gordura pode ser considerada uma das estratégias mais promissoras e consistentemente para diminuição da metanogênese ruminal. No presente estudo o teor de EE variou de 1,83% (soja) a 11,06% (pinhão manso), estando acima dos valores citados por Grainger e Beauchemin (2008). Isto pode estar relacionado à forma de extração do óleo no processo industrial.

Os constituintes fibrosos (FDN, FDA e lignina) são correlacionados negativamente à digestibilidade (Brito et al., 2003; Velásquez et al., 2010), fato verificado neste estudo (Tabela 1) em que os valores da DIVMS mostraram correlações com os teores de FDN, FDA e LIG, ou seja, quanto menores os níveis de fibras maiores os percentuais de digestibilidade.

O nível de 70% da dieta apresentou a melhor DMS para os coprodutos estudados (Tabela 2), exceto para o pinhão-manso cujo nível de 30% apresentou a melhor DMS, o qual não diferiu ($P < 0,05$) da brachiaria. Dentre os coprodutos estudados a soja se destacou dos demais apresentando melhores resultados na DMS.

Tabela 2 – Valores médios da degradabilidade da matéria seca (DMS), produção cumulativa de gás metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) dos diferentes níveis.

	%	Soja	Girassol	Algodão	Moringa	Pinhão	CV
DMS (%)	0	52,91 ^{Da}	52,91 ^{Ca}	52,91 ^{Aa}	52,91 ^{Ba}	52,91 ^{Aa}	2,19
	30	65,69 ^{Ca}	55,89 ^{Bb}	52,10 ^{Ac}	52,35 ^{Bc}	52,16 ^{Ac}	
	50	72,62 ^{Ba}	56,94 ^{ABb}	46,86 ^{Bd}	53,30 ^{Bc}	48,47 ^{Bd}	
	70	78,91 ^{Aa}	59,01 ^{Ab}	46,66 ^{Bd}	55,58 ^{Ac}	43,43 ^{Cc}	
Gás (mL/gMS)	0	135,74 ^{Ca}	135,74 ^{Da}	135,74 ^{Aa}	135,74 ^{Aa}	135,74 ^{Aa}	2,06
	30	156,96 ^{Ba}	162,20 ^{Ca}	125,15 ^{Bb}	100,59 ^{Bd}	116,07 ^{Bc}	
	50	160,66 ^{ABb}	175,80 ^{Ba}	114,94 ^{Cc}	86,02 ^{Ce}	102,26 ^{Cd}	
	70	166,10 ^{Ab}	183,46 ^{Aa}	110,12 ^{Cc}	81,86 ^{Ce}	95,76 ^{Dd}	
CH₄ (mL/gMS)	0	15,64 ^{Ca}	15,64 ^{Ca}	15,64 ^{Aa}	15,64 ^{Aa}	15,64 ^{Aa}	5,96
	30	21,29 ^{Bb}	23,85 ^{Ba}	16,04 ^{Ac}	7,64 ^{Be}	11,51 ^{Bd}	
	50	22,09 ^{Bb}	33,65 ^{Aa}	14,55 ^{ABc}	4,57 ^{Ce}	10,16 ^{BCd}	
	70	24,88 ^{Ab}	35,32 ^{Aa}	12,56 ^{Bc}	2,53 ^{Ce}	8,83 ^{Cd}	
CO₂ (mL/gMS)	0	77,28 ^{Ca}	77,28 ^{Ca}	77,28 ^{Aa}	77,28 ^{Aa}	77,28 ^{Aa}	3,87
	30	87,86 ^{Ba}	88,13 ^{Ba}	67,54 ^{Bb}	46,75 ^{Bc}	61,71 ^{Bb}	
	50	93,49 ^{ABb}	112,44 ^{Aa}	62,20 ^{BCc}	40,35 ^{Ce}	52,69 ^{Cd}	
	70	96,64 ^{Ab}	112,35 ^{Aa}	56,75 ^{Cc}	38,01 ^{Ce}	46,90 ^{Cd}	

*Médias seguidas da mesma letra sobrescrita maiúscula entre linhas e minúscula entre colunas, diferenças significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05). *CV = coeficiente de variação.

Quanto à produção cumulativa de gás dos coprodutos girassol preto e soja, verificou-se um acúmulo crescente para os níveis, respectivamente; já os coprodutos algodão, moringa e

pinhão manso apresentaram efeito decrescente, diminuindo o valor acumulado dentro dos níveis; esse menor acúmulo verificado para o algodão pode ser explicado pelo alto teor de proteína, pois, segundo Santos et al. (2003), a incubação de substratos ricos em proteína resulta na formação de bicarbonato de amônio, a partir de CO_2 e amônia, reduzindo assim a parcela de CO_2 na produção total, no entanto esse mesmo efeito não foi verificado para o coproduto soja; dessa forma os resultados desse coproduto não corroboram com os resultados encontrados por Santos et al. (2003).

A moringa apresentou a menor produção cumulativa de gás (81,86 mL/g MS) em 48 horas após a incubação, isso pode ter ocorrido pela presença de compostos antinutricionais, como fenóis, que inibem a digestibilidade dos alimentos. Geralmente, a produção de gás é um reflexo da eficácia e da extensão da degradabilidade do alimento (Osuga et al., 2005), ou seja, os concentrados que apresentam alta degradabilidade da matéria seca (DMS) tendem a produzir maior quantidade de gás. O pinhão manso pode ter apresentado esse menor acúmulo de gás em função da menor digestibilidade, assim como citado acima, e essa menor digestibilidade pode ter sido influenciada pela maior concentração de óleo, pois, segundo Fievez et al. (2003), a maior presença deste pode influenciar negativamente na digestibilidade da MS.

Os maiores volumes de metano encontrados foram observados para os coprodutos girassol preto e soja no nível de 70% (28,32 e 22,88 mL/g MS), já a moringa, pinhão-manso e algodão apresentaram a menor produção de metano (2,53, 8,83 e 12,56 mL/g MS), respectivamente, essa menor produção verificada está correlacionada com a menor produção total de gás apresentados por estes coprodutos, pois esta produção de CH_4 pode estar relacionada com o percentual de gás produzido (Njidda e Nasiru, 2010). Esta mesma tendência foi observada para a concentração de CO_2 .

Apesar de não ter sido observada diminuição da produção de metano para os coprodutos girassol preto e soja, observou-se que a quantificação de ácidos graxos de cadeia curta pela relação acetado:propionato foi menor para estes coprodutos (Tabela 3), significando menor perda de energia e, com isso, um possível incremento no desempenho animal (Rivera, 2010).

No presente estudo a moringa apresentou a menor produção de gás total, CH₄ e CO₂ quando comparado aos demais coprodutos. Isto pode ser explicado pela presença de compostos não nutricionais, os quais contêm proteínas de polieletrólito catiônico, que têm propriedades antibacterianas e se ligam fortemente com os microorganismos do rúmem. Em níveis baixos, estas proteínas podem proteger as proteínas do alimento e da degradação no rúmen, mas em níveis elevados estas proteínas podem inibir a fermentação no rúmen, um efeito que pode explicar a diminuição na produção de gás (Makkar et al., 2007).

Segundo Beauchemin e Mcginn (2005), a composição da dieta com alto teores de carboidratos solúveis está diretamente relacionadas com a variação nos valores de CH₄, contribuindo com a produção de propionato, reduzindo assim a produção de metano, por unidade de matéria orgânica fermentável. Os resultados do presente estudo estão em concordância com estes conceitos, a moringa produziu a menor quantidade de CH₄ e a relação acetato:propionato foi menor (1,18) quando comparando com a relação A:P dos demais coprodutos (Tabela 3).

O ácido acético, propiônico, butírico, relação A:P e pH foram significativos entre os níveis (P<0,05) (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios das concentrações de ácidos graxos voláteis (acético, propiônico, butírico), relação acetato:propionato (R/A:P) e pH do meio de cultura após 48 horas de incubação.

	%	Soja	Girassol	Algodão	Moringa	Pinhão	CV
	0	35,36 ^{Aa}	35,36 ^{Aa}	35,36 ^{Aa}	35,36 ^{Aa}	35,36 ^{Aa}	
Acético ($\mu\text{mol/mL}$)	30	33,35 ^{ABa}	34,42 ^{ABa}	19,63 ^{Bc}	20,80 ^{Bc}	25,56 ^{Bb}	4,31
	50	32,28 ^{BCa}	32,54 ^{Ba}	15,31 ^{Cd}	18,19 ^{Cc}	23,87 ^{BCb}	
	70	30,58 ^{Ca}	24,01 ^{Cb}	14,18 ^{Cc}	14,53 ^{Dc}	22,83 ^{Cb}	
	0	9,26 ^{Da}	9,26 ^{Ba}	9,26 ^{Aa}	9,26 ^{Ca}	9,26 ^{Ca}	
Propiônico ($\mu\text{mol/mL}$)	30	14,70 ^{Ca}	10,51 ^{Abc}	7,30 ^{Bd}	9,82 ^{BCc}	10,98 ^{Bb}	3,37
	50	17,61 ^{Ba}	10,90 ^{Abc}	7,72 ^{Bd}	10,23 ^{Bc}	11,73 ^{Bb}	
	70	20,33 ^{Aa}	10,75 ^{Ac}	8,59 ^{Ad}	12,26 ^{Ab}	12,76 ^{Ab}	
	0	3,36 ^{Ca}	3,36 ^{Ca}	3,36 ^{Ba}	3,36 ^{Aa}	3,36 ^{Ca}	
Butírico ($\mu\text{mol/mL}$)	30	6,50 ^{Ba}	5,15 ^{Bb}	3,44 ^{Bd}	2,47 ^{Be}	4,04 ^{Bc}	5,05
	50	7,03 ^{Aa}	5,54 ^{ABb}	3,76 ^{ABd}	2,16 ^{BCe}	4,29 ^{Bc}	
	70	7,45 ^{Aa}	5,81 ^{Ab}	4,15 ^{Ac}	1,96 ^{Cd}	5,68 ^{Ab}	
	0	3,81 ^{Aa}	3,81 ^{Aa}	3,81 ^{Aa}	3,81 ^{Aa}	3,81 ^{Aa}	
Relação A:P	30	2,08 ^{Bc}	3,28 ^{Ba}	2,69 ^{Bb}	2,11 ^{Bc}	2,32 ^{Bc}	5,26
	50	1,84 ^{BCb}	2,98 ^{Ca}	1,98 ^{Cb}	1,78 ^{Cb}	2,03 ^{BCb}	
	70	1,64 ^{Cb}	2,24 ^{Da}	1,65 ^{Db}	1,18 ^{Dc}	1,79 ^{Cb}	
	0	6,36 ^{Ba}	6,36 ^{Ba}	6,36 ^{Da}	6,36 ^{Ba}	6,36 ^{Ca}	
pH	30	6,37 ^{Bc}	6,39 ^{Bc}	6,48 ^{Cb}	6,68 ^{Aa}	6,50 ^{Bb}	0,37
	50	6,43 ^{Ac}	6,40 ^{Bc}	6,56 ^{Bb}	6,70 ^{Aa}	6,59 ^{Ab}	
	70	6,48 ^{Ac}	6,50 ^{Ac}	6,65 ^{Aab}	6,70 ^{Aa}	6,60 ^{Ab}	

*Médias seguidas da mesma letra sobrescrita maiúscula entre linhas e minúscula entre

colunas, diferenças significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

CV = coeficiente de variação.

Segundo Santana Neto (2012), o acetato é o principal AGV produzido pelas bactérias ruminais, podendo chegar a 75% do total de AGVs produzido quando a alimentação é à base de volumoso. Já Black (1990), em seu trabalho, verificou relação de 60:30:10 (acético:propionico:butirico) em dietas com volumoso e concentrado associados e somente com concentrado relação de 50:40:10. Isto pode ser visto no presente estudo, em que a maior concentração de ácido acético foi observada para a brachiaria, apresentando um valor médio de 35,36 $\mu\text{mol/mL}$, já para os coprodutos nos diferentes níveis foi observada uma diminuição do ácido acético, sendo o algodão e a moringa no nível 70% que apresentaram a menor concentração (14,18 e 14,53 $\mu\text{mol/mL}$). Portanto, durante o processo fermentativo pôde ser verificado que com a adição dos coprodutos na dieta houve também uma diminuição na produção de acetato, resultando em uma menor perda de energia em forma de CH_4 (Boadi et al., 2004; Alexander et al., 2008).

Foi observado um acréscimo de ácido propiônico para os diferentes níveis, destacando a soja que apresentou a maior concentração ($\mu\text{mol/mL}$), já o algodão foi o coproduto que obteve a menor concentração no nível de 30%, não diferindo ($P < 0,05$) dos demais níveis.

A relação ácido de acético:propiônico (A:P) foi superior para o nível 0% de coprodutos diminuindo de acordo com o acréscimo dos coprodutos na dieta, provavelmente melhorando o desempenho animal. Esta relação (A:P) é um relevante ponto de destaque no estudo da metanogênese ruminal. Se esta relação chegar a 0,5, a perda de energia pode ser nula, porém, se todos os carboidratos forem fermentados a ácido acético e não produzirem nenhum ácido propiônico, as perdas energéticas podem chegar a 33%. Essa relação pode variar entre 0,9 e 4,0 e, portanto, as perdas por metano podem variar amplamente (Johnson e Johnson, 1995).

A maior concentração de ácido butírico ($\mu\text{mol/mL}$) foi para a soja (7,46) ao nível de 70% e não diferindo do nível de 50%. A moringa no nível 30% foi a dieta que apresentou a menor concentração de ácido butírico (2,12), não diferindo dos demais níveis na mesma dieta, exceto para o nível 0%. Esta maior produção de ácido butírico pode estar relacionado com a maior produção de gás associando isto à fermentação dos componentes estruturais do substrato (Rivera, 2010).

Houve diferenças significativas ($P < 0,05$) entre o pH do meio de cultura após 48 horas da incubação, o valor médio do nível 0% foi de 6,36 diferindo dos demais níveis. Dentre os coprodutos estudados o pH da dieta com moringa apresentou o maior valor (6,70), independentemente dos demais níveis desta dieta.

O pH ruminal é função da relação entre a taxa de produção de ácidos graxos voláteis pela microbiota ruminal e os mecanismos tamponantes. Em estudo realizado por Jesus et al. (2012), observou-se que a diminuição do pH ruminal abaixo de 6,0 promove uma queda acentuada na concentração de protozoários totais, indicando que, se for interesse manter essa população ativa e numerosa no rúmen, estratégias devem ser utilizadas para manutenção do pH ruminal acima de 6,0. No presente estudo os valores encontrados do pH foram superiores ao recomendado por Jesus et al. (2012), indicando que as dietas formuladas pelos coprodutos não influenciaram no pH.

Conclusões

A brachiaria e os coprodutos oriundos da produção de biodiesel apresentam características nutricionais adequadas para serem incluídos na dieta de ruminantes.

A moringa e pinhão-manso apresentaram menos perda de energia na forma de CH₄, indicando que estes coprodutos podem ser incluída na dieta de ruminantes como uma estratégia para mitigação de CH₄.

Agradecimentos

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a Embrapa Gado de Leite pelo auxílio ao projeto de pesquisa.

Referências

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

ALEXANDER, G.; SINGH, B.; SAHOO, A.; BHAT, T.K. *In vitro* screening of plant extracts to enhance the efficiency of utilization of energy and nitrogen in ruminant diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.145, p. 229-244, 2008.

ARAUJO, G.G.L.; ALVES, M.J. Uso de subprodutos na alimentação de caprinos e ovinos. In: Simpósio de ovinos e caprinos da escola de veterinária da UFMG, I, Belo Horizonte. **ANAIS...Belo Horizonte; UFMG**, 2005.

BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M.; O'MARA, F.; MCALLISTER, T.A. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.48, n.2, p.21-27, 2008.

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

BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S.M. Methane emissions from feedlot cattle fed barley or corn diets. **Journal of Animal Science**, v.83, n.3, p.653-661, 2005.

BLACK, J.L. Nutrition of the grazing ruminant. **Society of animal Production**, v.50, n.1, p.07-27.1990.

BOADI, D.; BENCHAAAR, C.; CHIQUETTE, J.; MASSE, D. Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.84, n.3, p.319-335, 2004.

BRITO, C.J.F.A. de.; RODELLA, R.A.; DESCHAMPS, F.C. Perfil químico da parede celular e suas implicações na digestibilidade de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.8, p.1835-1844, 2003.

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations. 2011. **Agricultural Production: Livestock Primary**. Disponível em: faostat.fao.org/site/569/default.aspx#ancor. Acesso em 06 out. 2012.

FIEVEZ, V.; DOHME, F.; DANNEELS, M.; RAES, K.; DEMEYER, D. Fish oils as potent rumen methane inhibitors and associated effects on rumen fermentation *in vitro* and *in vivo*. **Animal Feed Science and Technology**, v.104, p41-58, 2003.

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

GRAINGER, C.; BEAUCHEMIN, K.A. Can enteric methane emissions from ruminants be lowered without lowering their production. **Animal Feed Science and Technology**, v.166, p.308-320, 2011.

HODGSON, J.; SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p. 180-202.

HOLTSHAUSEN, L.; CHAVES, A.V.; BEAUCHEMIN, K.A.; MCGINN, S.M.; MCALLISTER, T.A.; ODONGO, N.E.; CHEEKE, P.A.; BENCHAAAR, C. Feeding saponin-containing *Yucca shidigera* and *Quillaja saponaria* to decrease enteric methane production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.7, p.2809-2821, 2009.

JESUS, L.P.; CABRAL, L.S. da; ESPINOSA, M.M.; ABREU, J.G. de; ZERVOUDAKIS, J.T.; MORENZ, M.J.F. Simulação dos efeitos de fatores dietéticos sobre a população de protozoários Ruminais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.1, p.83-96, 2012.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2483-2492, 1995.

MARTIN, C.; ROUEL, J.; JOUANY, J.P.; DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed or linseed oil. **Journal of Animal Science**, v.86, n.10, p.2642-2650, 2008.

MCALLISTER, T.A.; OKINE E.K.; MATHISON, G.W.; CHENG, K.J. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. **Canadian Journal of Animal Science**, v.76, n.2, p.231-243, 1996.

MOTA, C.J.C.; PESTANA, C.F.M. Coprodutos da produção de biodiesel. **Revista virtual de química**, v.3, n.5, p.416-425, 2011.

MULROONEY, C.N.; SCHINGOETHE D.J.; KALSCHEUR K.F.; HIPPEN, A.R. Canola meal replacing distillers grains with solubles for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.11, p.5669-5676, 2009.

NJIDDA, A.A.; NASIRU, A. *In vitro* gas production and dry matter digestibility of tannin-containing forages of semi-arid region of north-eastern Nigeria. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.9, p60-66, 2010.

OSUGA, I.M.; ABDULRAZAK, S.A.; ICHINOHE, T.; FUJIHARA, T. Chemical composition, degradation characteristics and effect of tannin on digestibility of some browse species from Kenya harvested during the wet season. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v.18, n.1, p54-60, 2005.

PEDREIRA, S.M; PRIMAVESI, 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: Funep, 2006. p.497-511.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.S.; PEDREIRA, M.S.; et al. **Técnica do gás traçador SF₆ para medição de campo do metano ruminal em bovinos**: adaptações para o Brasil. CD. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004 (outubro). 76p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Documentos, 39) (ISSN 1518-4757).

RIVERA, A.R.; BERCHIELLI, T.T.; MESSANA, J.D.; VELASQUEZ, P.T.; FRANCO, A.V.M.; FERNANDEZ, L.B. Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.617-624, 2010.

SANTANA NETO, J.A.; OLIVEIRA, V.S.; VALENÇA, R.L.; CAVALCANTE, L.A.D. Características da fermentação ruminal de ovinos em pastejo. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n.19, 2012.

SANTOS, R.A.; TEIXEIRA, J.C.; PEREZ, J.R.O.; PAIVA, P.C.; MUNIZ, J.A.; ARCURI, P.B. Estimativa da degradabilidade ruminal de alimentos utilizando a técnica de produção de gás em bovinos, ovinos, caprinos. **Ciências e Agrotecnologia**, v.27, n.3, p.689-695, maio/jun. 2003.

SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V.; MARANHÃO, C. M. A.; PATÊS, N. M. S.; SANTOS, L. C. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 657-661, 2009.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, H.G.O.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. da; CARVALHO, G.G.P. de; CEZÁRIO, A.S.; SANTOS, C.C. Digestibilidade aparente de dietas contendo farelo de cacau ou torta de dendê em cabras lactantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.4, p.405-411, 2005a.

SILVA, H.G.O.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. da; VELOSO, C.M.; CARVALHO, G.G.P. de; SANTOS, C.C. Farelo de cacau (*Theobroma cacao* L.) e torta de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq) na alimentação de cabras em lactação: consumo e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1786-1794, 2005b.

SOUZA, A.D. de; FÁVARO, S.P.; VINHAS, ÍTAVO, L.C.V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-manso, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.44, n.10, p.1328-1335, 2009.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111.

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

VELÁSQUEZ, P.A.T.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A.; RIVERA, A.R.; DIAN, P.H.M.; TEIXEIRA, I.A.M.A. de. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade *in vitro* de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1206-1213, 2010.

VELÁSQUEZ, P.A.T.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A.; RIVERA, A.R.; DIAN, P.H.M.; ALMEIDA, I.A.M.de. Teixeira. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade *in vitro* de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1206-1213, 2010.

MAKKAR, H.P.S.; FRANCIS, G.; BECKER, K. Bioactivity of phytochemicals in some lesser-known plants and their effects and potential applications in livestock and aquaculture production systems. **Animal**, v1, n.9, p.1371-1391, 2007.

CONCLUSÃO GERAL

Os resultados indicam que a técnica *in vitro* de produção de gás é um indicativo para estudos futuros na redução da emissão de metano, já que essa técnica permite avaliar alimentos capazes de suprir as necessidades do metabolismo animal, ou seja, com elevada eficiência no metabolismo e com menores perdas energéticas através do metano.

Os ruminantes produzem metano e dióxido de carbono, porém estudos relacionados ao manejo alimentar devem ser desenvolvidos com o intuito de minimizar a redução desses gases, conseqüentemente reduzir as perdas energéticas, podendo estas ser convertidos em produto (carne ou leite).

A produção de metano varia em função da qualidade da dieta oferecido aos ruminantes, desta forma nota-se a importância da utilização de metodologias de manejo alimentar, buscando alternativas para oferecer melhoria na utilização do alimento oferecido a estes animais.

ANEXOS

I NORMAS DE SUBMISSÃO PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA - PAB

Diretrizes para Autores

Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões.

Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.
- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.
- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

No passo 1 da submissão (Início), em “comentários ao editor”, informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho.

No passo 2 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word.

No passo 3 da submissão (Inclusão de metadados), em “resumo da biografia” de cada autor, informar o link do sistema de currículos lattes (ex.: <http://lattes.cnpq.br/0577680271652459>). Clicar em “incluir autor” para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria.

Ainda no passo 3, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (key words) do trabalho nos respectivos campos do sistema.

No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo:

- Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo: “Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado “.....” e com a submissão para a publicação na revista PAB.

Como fazer:

Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo word. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos co-autores num mesmo arquivo.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e

Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como “efeito” ou “influência”.

- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.

- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção “e”, “y” ou “and”, no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.
- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.
- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.
- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.
- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.
- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- Não devem conter palavras que componham o título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.
- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus ou no Índice de Assuntos da base SciELO .

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- As tabelas e figuras são citadas sequencialmente.
- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.
- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.
- Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.
- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.
- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com “Ao, Aos, À ou Às” (pessoas ou instituições).
- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

- Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e Soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

- Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

- Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

- Teses

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste: relatório do ano de 2003**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados. - A autocitação deve ser evitada. - Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Redação das citações dentro de parênteses

- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.
- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.
- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão “citado por” e da citação da obra consultada.
- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.
- Redação das citações fora de parênteses
- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.
- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas sequencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.
- Devem ser auto-explicativas.
- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.
- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.

- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.
- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.
- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.
- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.
- Notas de rodapé das tabelas
- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.
- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.
- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.
- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.
- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- Devem ser auto-explicativas.
- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.

- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração. - As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.
- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- Não usar negrito nas figuras.
- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

- Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

Apresentação de Notas Científicas

- A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês,

Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.

- As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

- Resumo com 100 palavras, no máximo.
- Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
- Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Outras informações

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios:

Embrapa Informação Tecnológica Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB

Caixa Postal 040315 CEP 70770 901 Brasília, DF

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. O manuscrito deve ser inédito e não pode ter sido submetido, simultaneamente, a outro periódico, e seus dados (tabelas e figuras) não podem ter sido publicados parcial ou totalmente em outros meio de publicação técnicos ou científicos (boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas, etc.).
2. O texto deve ser submetido no formato do Microsoft Word, em espaço duplo, escrito na fonte Times New Roman 12, tamanho de papel A4, com páginas e linhas numeradas; e o arquivo não deve ultrapassar o tamanho de 20 MB.
3. O artigo deve ter, no máximo, 20 páginas e tem que estar organizado na seguinte ordem: Título; nome completo dos autores, seguido de endereço institucional e

eletrônico; Resumo; Termos para indexação; Title, Abstract; Index terms; Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusões; Agradecimentos; Referências; tabelas e figuras.

4. Os padrões de texto e de referências bibliográficas devem ser apresentados de acordo com as orientações, para a apresentação de manuscritos, estabelecidas nas Diretrizes aos autores, as quais se encontram na página web da revista PAB.
5. Mensagens de concordância dos coautores com o conteúdo do manuscrito e sua submissão à revista devem ser compiladas pelo autor correspondente em um arquivo do Microsoft Word e carregadas no sistema como um documento suplementar, no quarto passo do processo de submissão.

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 a terceiros.

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (final) Caixa Postal 040315 - Brasília, DF - Brasil - 70770-901

Fone: +55 (61) 3448-4231 / 3448-4162 - Fax: (61) 3272-4168