

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**Verônica Freitas de Paula Melo**  
Zootecnista

**SILAGENS DE MILHO CONSORCIADO COM FORRAGEIRA  
TROPICAL E LEGUMINOSA EM DIETAS PARA  
TERMINAÇÃO DE CORDEIROS**

**Ilha Solteira  
2016**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**Verônica Freitas de Paula Melo**

**SILAGENS DE MILHO CONSORCIADO COM FORRAGEIRA  
TROPICAL E LEGUMINOSA EM DIETAS PARA  
TERMINAÇÃO DE CORDEIROS**

**Prof. Dr. Rafael Silvio Bonilha Pinheiro  
Orientador**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia – UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

**Ilha Solteira  
2016**

FICHA CATALOGRÁFICA

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação.

Melo, Verônica Freitas de Paula  
M528s Silagens de milho consorciado com forrageira tropical e leguminosa em dietas para terminação de cordeiros / Verônica Freitas de Paula Melo / -- Ilha Solteira : [s.n.], 2016  
54 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2016

Orientador: Rafael Silvio Bonilha Pinheiro  
Inclui bibliografia

1. Confinamento. 2. Cordeiro. 3. Desempenho animal.  
4. Guandu-anão. 5. Metano.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Silagens de milho consorciado com forrageira tropical e leguminosa em dietas para terminação de cordeiros.

**AUTORA: VERÔNICA FREITAS DE PAULA MELO**

**ORIENTADOR: RAFAEL SILVIO BONILHA PINHEIRO**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: PRODUÇÃO ANIMAL, pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. RAFAEL SILVIO BONILHA PINHEIRO  
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

  
Profa. Dra. VIVIANE CORREA SANTOS  
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

  
Prof. Dr. JANE MARIA BERTOCÇO EZEQUIEL  
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Ilha Solteira, 04 de fevereiro de 2016

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Verônica Freitas de Paula Melo, nascida em 27 de maio de 1990, na cidade de Sorocaba, Estado de São Paulo. Ingressou no curso de Zootecnia na Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) em agosto de 2009. No mesmo ano, iniciou como membro discente do grupo de estudos em Ovinocultura e Caprinocultura (GEPOC), do qual participou durante 4 anos, realizando atividades científicas e vivências práticas zootécnicas. Em janeiro de 2014 obteve o título de Zootecnista. Iniciou o curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal em março de 2014.

Dedico esta conquista aos meus pais, Andreia e Marco, sem os quais jamais conseguiria. Dedico também ao meu saudoso avô, Ordélio, por ter sido meu exemplo de fé.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por ter me dado força sempre que precisei e por me mostrar tantas vezes o caminho para que eu não perdesse o foco.

À minha família e aos meus pais, Andreia e Marco, sem os quais seria impossível esta conquista. Obrigada pelo apoio, amizade e confiança no meu potencial. Eu devo esta conquista a vocês, muito obrigada!

Aos meus amigos e companheiros que me deram força até mesmo nos piores momentos, em especial ao meu namorado Lucas, as minhas amigas da República Cai & Pira (Sofia, Graciela e Letícia), aos meninos da República Paranazona e ao meu companheiro de todas as horas, Caco.

Aos meus amigos do mestrado, principalmente Caio e Jesus, por seguirmos juntos desde a graduação, compartilhando experiências e companheirismo. Obrigada por sempre poder contar com vocês.

Aos meus amigos e colaboradores do grupo GEPOC (Richard, Luan, Guilherme Ribeiro, Diego, Rafael, Marcus Vinicius, Guilherme, Marcelo, Donario, Aska e Jeferson), pelo apoio durante o período experimental, sem os quais não teria sido possível o desenvolvimento do projeto.

Aos servidores da UNESP - Câmpus de Ilha Solteira, obrigada pelo apoio durante a realização do experimento e das atividades de mestrado. Em especial, Sidival, Carlinhos, Wilder e Meiri.

Ao Prof. Dr. Omar Jorge Sabbag, Prof. Dr. Antonio Carlos Homem Junior, Profa. Dra. Rosemeire Filardi e aos colegas da UNESP – Campus de Jaboticabal, Henrique e Marco Túlio, pelo apoio e aprendizagem concedidos durante algumas etapas do processo.

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, pela oportunidade de aprendizagem. Assim como ao meu orientador Prof. Dr. Rafael Silvio Bonilha Pinheiro pelos 6 anos de orientação (graduação e mestrado) e ensinamentos.

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

“Cada dia que amanhece assemelha-se a uma página em branco, na qual gravamos os nossos pensamentos, ações e atitudes. Na essência, cada dia é a preparação do nosso próprio amanhã”.

Chico Xavier



## SILAGENS DE MILHO CONSORCIADO COM FORRAGEIRA TROPICAL E LEGUMINOSA EM DIETAS PARA TERMINAÇÃO DE CORDEIROS

### RESUMO

A produção de volumosos para a alimentação animal através do sistema de integração lavoura-pecuária é uma alternativa para a recuperação de pastagens degradadas e para a produção de volumosos conservados de alta qualidade. Neste sistema, o consórcio de gramíneas com leguminosas pode ser uma estratégia para a produção de silagem, pois a fixação biológica de nitrogênio incrementa os teores e a disponibilidade desse nutriente no solo, conseqüentemente, melhorando o valor nutricional da silagem. Pesquisas em busca de alternativas para volumosos de melhor qualidade são fundamentais para a eficiência dos sistemas de produção de cordeiros, principalmente para o confinamento, pois a alimentação representa o maior custo neste sistema. O presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito de volumosos, provindo de um sistema de integração lavoura-pecuária, sobre o desempenho, digestibilidade, produção de metano e dióxido de carbono entérico, comportamento ingestivo e a análise de custos da terminação de cordeiros  $\frac{1}{2}$  Dorper e  $\frac{1}{2}$  Santa Inês em confinamento, com dietas contendo concentrado e diferentes silagens (silagem de milho exclusivo, silagem de milho + *Urochloa brizantha* cv. Marandu e silagem de milho + *Urochloa brizantha* cv. Marandu + guandu-anão). O ganho médio diário (kg/dia), assim como o período em que os cordeiros permaneceram confinados, não foi influenciado pelas diferentes dietas. A utilização da silagem proveniente do consórcio do milho, Marandu e guandu-anão na dieta de cordeiros, proporcionou aumento no consumo de matéria seca (kg/dia) e cresceram os tempos dispendidos para ruminação, mastigação e distribuição da fibra fisicamente efetiva. As dietas mostraram rentabilidade favorável na terminação de cordeiros em confinamento; entretanto, o maior retorno econômico foi obtido com o sistema em que os animais foram alimentados com silagem de milho exclusivo. A dieta contendo silagem de milho em consórcio com Marandu e guandu-anão proporcionou aumento do consumo de proteína bruta (kg/dia) quando comparada a silagem de milho (0,273 e 0,238, respectivamente). O potencial de produção de gases de efeito estufa, foi inferior para as dietas contendo as silagens de milho em consórcio, principalmente no consórcio de milho com Marandu e guandu-anão, que reduziu a emissão de metano e dióxido de carbono em 37,86 e 28,05%, respectivamente. A utilização de animais capazes de apresentar melhores ganhos diários de peso vivo, em confinamento, aliado ao sistema de integração lavoura-pecuária, pode ser eficiente economicamente e ambientalmente, diminuindo a taxa de emissão de metano. Os consórcios do milho com Marandu e/ou guandu-anão forneceu alimento de qualidade, melhorando a digestão fermentativa do rúmen de cordeiros em confinamento. A intensificação da produção de carne pode diminuir a produção de metano por quilo de carne produzida.

**Palavras-chave:** Confinamento. Cordeiro. Desempenho animal. Guandu-anão. Metano.

## CORNS SILAGE IN CONSORTIUMS WITH TROPICAL FORAGE AND LEGUME IN LAMBS TERMINATION

### ABSTRACT

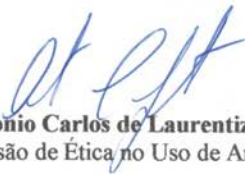
The production of forage to the feeding through the integrated crop-livestock system (ILP) is an alternative for the recovery of degraded pastures and the production of silage high quality. The consortium of grasses with legumes can be a strategy for the production of silage because the biological nitrogen fixation increases the levels and the availability of this nutrient in the soil, thus improving the nutritional value of the silage. Research in search of alternatives to bulky best quality are fundamental to the efficiency of sheep production systems, primarily for the confinement because food represents the largest cost in this system. The aimed of this study was to evaluate the effect of silage, coming from a crop-livestock integration system on performance, digestibility, production of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> *in vitro*, feeding behavior and cost analysis termination lambs ½ Dorper ½ Santa Inês in feedlot, with diets consist of concentrated and different silages (corn silage; corn silage + *Urochloa brizantha* cv. Marandu and corn silage + *Urochloa brizantha* cv. Marandu + pigeon pea). Average daily gain (kg/day) and the period during which the lambs were confined, was not influenced by the different diets. The use of silage from corn consortium with Marandu and pigeon pea in the diet of lambs led to an increase in dry matter intake (kg/day) and further compounded the times spent for ruminating, chewing and distribution of physically effective fiber. Diets showed favorable profitability in finishing lambs in confinement; however, the greatest economic return was obtained with the system in which the animals were fed with silage corn. The diet containing corn silage in consortium with Marandu and pigeon pea provided increased crude protein intake (kg/day) compared to corn silage (0,273 and 0,238, respectively). The potential production of greenhouse gases, was lower for diets containing corn silage in consortium, especially in maize intercropped with Marandu and pigeon pea which reduced the emission of methane and carbon dioxide in 37,86 and 28,05%, respectively. The use of animals able to present best daily gains of live weight in confinement, coupled with crop-livestock integration system can be economically and environmentally efficient, reducing methane emission rate. Consortia of corn with Marandu and/or pigeon pea provided quality food, improving the fermentative digestion from the rumen of lambs in confinement. The intensification of beef production may decrease methane production per kilogram of meat produced.

**Keywords:** Animal performance. Feedlot. Lambs. Methane. Pigeon pea.

## CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo nº 07/2014/CEUA, referente ao projeto "Silagens de milho consorciado com forrageira tropical e leguminosa em dietas para terminação de cordeiros", sob a responsabilidade do Prof. Dr. Rafael Silvio Bonilha Pinheiro, está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Engenharia da UNESP/Ilha Solteira.

Ilha Solteira, 10 de setembro de 2014



**Prof. Dr. Antonio Carlos de Laurentiz**  
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.2 REVISÃO DE LITERATURA .....	11
<b>1.2.1 Produção de silagem na integração lavoura-pecuária</b> .....	<b>11</b>
<b>1.2.2 Emissão de gases de efeito estufa por ruminantes no sistema de integração lavoura-pecuária</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2.3 Desempenho e comportamento ingestivo de ruminantes</b> .....	<b>15</b>
REFERÊNCIAS .....	17
<b>2 EFEITO DE SILAGENS PRODUZIDAS EM SISTEMA INTEGRADO NA TERMINAÇÃO DE CORDEIROS EM CONFINAMENTO</b> .....	<b>22</b>
RESUMO.....	<b>22</b>
ABSTRACT .....	<b>22</b>
2.1 INTRODUÇÃO .....	23
2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	24
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
2.4 CONCLUSÕES .....	36
REFERÊNCIAS.....	<b>36</b>
<b>3 POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E DIGESTIBILIDADE <i>IN VITRO</i> DE DIETAS CONTENDO SILAGENS DE MILHO CONSORCIADO PARA CORDEIROS EM CONFINAMENTO</b> .....	<b>40</b>
RESUMO.....	<b>40</b>
ABSTRACT .....	<b>41</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	<b>41</b>
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	<b>43</b>
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	<b>47</b>
3.4 CONCLUSÃO.....	<b>51</b>
REFERÊNCIAS.....	<b>51</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira ocupa 25% da área total do Brasil, que corresponde a 220 milhões de hectares, dos quais cerca de 50% encontram-se em processo de degradação e 25% com baixa capacidade de suporte (taxa de lotação menor ou igual a 0,75 UA ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) (OBSERVATÓRIO DO PLANO A.B.C., 2014).

O esgotamento da fertilidade do solo, em consequência da ausência de reposição de nutrientes, tem sido apontado como uma das principais causas da degradação de pastagens cultivadas (COSTA et al., 2009). Como alternativas para minimizar este problema têm surgido novas práticas culturais, que se baseiam no cultivo simultâneo de espécies.

O sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) fundamenta-se na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente o milho, sorgo e milheto, com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Panicum* e *Urochloa*, sendo um dos destaques deste sistema a possibilidade de recuperação de pastagens degradadas, a recuperação da qualidade física do solo (MACEDO; ARAÚJO, 2012) e a disponibilidade de volumosos de qualidade para a produção animal (pastagem e silagem).

De acordo com Moraes et al. (2014), nos últimos anos houve um crescente aumento nas pesquisas relacionadas ao sistema ILP, o que se refletiu no aumento do número de publicações em todo o mundo neste tópico. Nos anos entre 1986 e 1990, a taxa de publicação anual foi de 3,2 publicações ano<sup>-1</sup>, bem abaixo das 83,6 publicações ano<sup>-1</sup> registrado entre os anos de 2009 e 2013. Contudo, poucos estudos avaliaram o componente animal (5,4%) dentro do sistema integrado, sendo ainda mais escasso os trabalhos que envolvem os componentes solo/planta/animal (4,67%) (MORAES et al., 2014).

No sistema de ILP, o consórcio de gramíneas com leguminosas para a confecção de silagem, visa a melhoria do valor proteico, podendo reduzir os custos com a alimentação, visto que os alimentos concentrados constituem a fração mais onerosa da dieta, devendo ser utilizados somente para corrigir as deficiências nutritivas dos alimentos volumosos fornecidos aos animais (OLIVEIRA et al., 2005).

Pesquisas em busca de alternativas para volumosos de melhor qualidade são fundamentais para a eficiência dos sistemas de produção de cordeiros,

principalmente para o confinamento, pois a alimentação representa um dos maiores custos neste sistema.

Desta forma, tornam-se oportunos estudos que integrem a efetividade da terminação de cordeiros em confinamento utilizando volumosos provenientes do consórcio de milho com leguminosas para intensificar os sistemas de produção, a fim de se obter produtos de melhor qualidade e com menor custo. Visto que a utilização deste consórcio na formulação de dietas de ovinos de alta exigência nutricional, não é uma prática muito usual na ovinocultura nacional e internacional, tornando-se necessário pesquisas que avaliem a digestibilidade da dieta, o desempenho animal e os custos de produção, assim como os processos envolvidos na produção de gases entérico, como o metano e o dióxido de carbono.

O trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito de volumosos, provindo de um sistema de integração lavoura-pecuária, na terminação de cordeiros em confinamento sobre o desempenho, comportamento ingestivo, digestibilidade, produção de CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> entérico, e a análise de custos da terminação, com dietas constituídas por concentrado e diferentes silagens.

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1 Produção de silagem na integração lavoura-pecuária

A integração lavoura-pecuária (ILP) pode ser definida como a diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural (ALVARENGA; NOCE, 2005), constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que há benefícios para ambas.

Além da diversificação das atividades e recuperação dos solos degradados ou em processo de degradação, o sistema integrado também pode ser utilizado para confecção de silagem, evitando a escassez de alimentos para os animais durante a entressafra. Dentre as culturas mais utilizadas nos consórcios para a confecção de silagem, o milho (*Zea mays*) se destaca em virtude de suas características fermentativas, devido ao elevado teor de carboidratos solúveis (PIRES et al., 2009).

É importante ressaltar que, na conservação de forragem por meio de ensilagem, deve haver preocupação com o padrão de fermentação do material ensilado. Essa atenção está relacionada ao fato de que o processo fermentativo de gramíneas perenes, como o capim-braquiária, tem alguns entraves, como baixos

teores de matéria seca e de carboidratos solúveis e elevado poder-tampão (NUSSIO, 2001). Assim, o consórcio de forrageiras tropicais com a cultura do milho pode auxiliar na qualidade da silagem, adequando os padrões fermentativos da mesma (LEONEL et al., 2009).

No consórcio, o principal nutriente limitante para a cultura é o nitrogênio, pois está diretamente envolvido no crescimento e produtividade do material a ser ensilado, entretanto, a utilização de fertilizantes nitrogenados pode tornar-se inviável em virtude de seus altos preços (CHIODEROLI et al., 2015). Nesse sentido, uma alternativa para suprir a demanda de nitrogênio dos solos é aumentar a qualidade da forrageira através da inclusão da leguminosa no consórcio. Gonçalves et al. (2002) ao realizarem o consórcio de gramíneas com leguminosas, encontraram maiores rendimentos nas forragens, teores de proteína bruta, cálcio e fósforo, mostrando a eficiência da técnica e suas vantagens contribuintes.

Dentre as leguminosas, o guandu-anão (*Cajanus cajan*) pode ser uma opção para beneficiar o sistema de consórcio do milho com braquiária. Ferreira et al. (2015) observou que a produção de matéria seca do milho não diferiu quando consorciado exclusivamente com *Urochloa brizantha* ou com *Urochloa brizantha* e o guandu-anão, demonstrando que a leguminosa não afetou a produtividade. Portanto, o guandu pode ser uma alternativa para proporcionar maior diversidade na cobertura de solo, além de aumentar o teor de proteína do material ensilado.

Avaliando o desempenho de novilhos de corte em confinamento, Obeid et al. (1992) trabalharam com silagens oriundas de consórcio de milho e leguminosas e citaram maior consumo da matéria seca, assim como maior ganho de peso diário quando os animais receberam silagens do consórcio. Na literatura, ainda são escassos os trabalhos que avaliam o efeito da utilização de silagens provenientes dos consórcios de milho com leguminosa na alimentação de cordeiros, sobre os diferentes aspectos da produção em confinamento.

Pressupõe-se que a associação de gramínea com leguminosa melhoraria a degradação de matéria seca no rúmen e, portanto, aumentaria a energia disponível destes alimentos aos animais, pelo possível incremento na disponibilidade de nitrogênio aos microrganismos. Esse fato pode interferir diretamente na redução da suplementação energética (DAMASCENO et al., 2002).

A adequação dos nutrientes a serem supridos na alimentação é fator imprescindível no desempenho animal, ressaltando sempre a importância do

crescimento microbiano para a nutrição dos ruminantes. O conhecimento das frações carboidrato e proteína são também muito importantes no aspecto nutricional, visto que é parte fundamental na formulação de dietas balanceadas (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2007), e o melhor sinergismo entre essas fontes pode maximizar o desempenho animal.

### **1.2.2 Emissão de gases de efeito estufa por ruminantes no sistema de integração lavoura-pecuária**

A principal fonte de metano (CH<sub>4</sub>) da pecuária brasileira é a fermentação entérica dos animais, sendo que as emissões oriundas da decomposição das dejeções em pastagens são pequenas; essas fontes correspondem a 62,5% e a 1,6% das emissões antrópicas desse gás, respectivamente (BRASIL, 2009).

Estudos com ruminantes demonstram que a emissão de CH<sub>4</sub> depende da quantidade de alimento ingerido e da qualidade da dieta, sendo que, geralmente, dietas com elevada digestibilidade proporcionam maior consumo com menor emissão de CH<sub>4</sub> por unidade de alimento ingerido do que dietas de baixa qualidade (OLIVEIRA et al., 2007; PEDREIRA et al., 2009).

Além de ser caracterizado como um importante gás de efeito estufa (15% do aquecimento global) a mitigação do CH<sub>4</sub> tem relação direta com a eficiência da fermentação ruminal em virtude da perda de carbono e, conseqüentemente, perda de energia, influenciando o desempenho animal (BORGES; PASCHOAL, 2011).

Por ser um ambiente extremamente redutor, o rúmen utiliza a produção de CH<sub>4</sub> como principal via de remoção de íon hidrogênio (H<sup>+</sup>). Caso haja acúmulo de H<sup>+</sup>, há alta inibição dos sistemas enzimáticos dos microrganismos, principalmente os que envolvem a regeneração de nicotinamida adenina dinucleotídeo (RUSSEL, 2002).

Os substratos mais importantes para metanogênese são o hidrogênio (H<sub>2</sub>) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). O ciclo de formação do CH<sub>4</sub> pelas bactérias *Archaea* metanogênicas a partir do CO<sub>2</sub> envolve a captação de quatro moléculas de H<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> + 4 H<sub>2</sub> → CH<sub>4</sub> + 2 H<sub>2</sub>O). As archaeobactérias são também capazes de utilizar o H<sub>2</sub> na redução de moléculas de formato, acetato, metilamina e metanol para a produção de CH<sub>4</sub> (MOSS, 1993; WOLIN et al., 1997).



A produção de acetato e butirato, predominante durante a fermentação de carboidratos fibrosos, resulta em liberação líquida de  $H_2$  e favorece a metanogênese (MACHADO, 2010). A alimentação dos ruminantes pode alterar os padrões fermentativos no rúmen, principalmente no que diz respeito a relação acetato:propionato, podendo intensificar ou diminuir a produção de gases de efeito estufa. Isto porque a redução na relação acetato:propionato, torna o rúmen energeticamente mais eficiente e reduz a geração de  $CH_4$ . As vias metabólicas de propionato, além de não gerar  $H^+$  como acontece com as rotas de produção de acetato e butirato, utilizam  $H^+$  como substrato, desta forma, o aumento na produção de propionato compete com as bactérias metanogênicas pelo mesmo substrato (MOSS et al., 2000).

A busca por sistemas de produção eficientes, que reduzam a emissão de gases de efeito estufa por unidade de produto, tem sido uma das perspectivas da pecuária mundial. É importante destacar que essas perspectivas estão relacionadas à redução da idade de abate e ao melhor aproveitamento do alimento (BEAUCHEMIN et al., 2008).

Animais com baixas taxas de ganho de peso ou até mesmo com perda de peso, implica na produção de gases de efeito estufa com menor eficiência de produção, elevando a emissão de  $CH_4$  por quilograma de carne produzido. Almeida e Medeiros (2013), comentaram que quanto maior o nível de produção, menor a porcentagem da energia perdida como  $CH_4$ . Sendo assim, o grande desafio no sistema produtivo de ruminantes é desenvolver dietas e sistemas de manejo que minimizem a produção de  $CH_4$ , possibilitando maior eficiência produtiva.

A recuperação de pastagens degradadas pelo sistema de integração lavoura-pecuária, traz benefícios econômicos e produtivos devido à melhora no valor nutritivo da forragem (DIAS-FILHO, 2014). Além de auxiliar no aumento da taxa de lotação (UA/ha), diminuindo a emissão de gases de efeito estufa por área, permite a produção de volumosos de qualidade (forragem e silagem) que podem melhorar a eficiência de utilização pelo animal e reduzir o potencial de produção de  $CH_4$  e  $CO_2$  entérico.

Lal (2001) enfatiza que a mudança no uso da terra e a degradação do solo possuem uma contribuição importante no enriquecimento da atmosfera em  $CO_2$ . O sistema de plantio direto utilizado na integração lavoura, além de auxiliar na eficiência produtiva, ainda auxilia no sequestro de carbono (C) pelas pastagens no solo, em função do

crescimento radicular que é um dos drenos de C com grande potencial no Brasil (ALMEIDA; MEDEIROS, 2013).

### **1.2.3 Desempenho e comportamento ingestivo de ruminantes**

Os ruminantes requerem volumosos em suas dietas para maximizar a produção e se manterem saudáveis, em virtude da manutenção de ambiente estável no rúmen (GERON, 2013). A fibra é fundamental por manter as condições ótimas do rúmen, pois altera as proporções de ácidos graxos de cadeia curta, estimula a mastigação e mantém o pH em níveis adequados para a atividade microbiana (MERTENS, 1992). Por outro lado, a fibra pode ser definida nutricionalmente como a fração indigestível ou lentamente digestível dos alimentos, que ocupa espaço no trato gastrointestinal dos animais (MOUSQUER, 2013) e, dessa forma, limita a ingestão de alimentos.

De acordo com Nussio et al. (2003), a ingestão potencial de matéria seca da silagem é determinada pelo tipo de forragem, composição química e digestibilidade no momento da colheita, mas a extensão na qual esse potencial é alcançado depende das modificações das frações carboidratos e de compostos nitrogenados durante a fermentação, bem como da deterioração durante a fase de exposição ao oxigênio.

A produção animal depende do consumo de nutrientes para atender as exigências conforme a produção desejada e a ingestão de matéria seca é a base para o suprimento de nutrientes (CASTRO et al., 2007), onde, a maximização do consumo de alimento é um componente chave na formulação de dietas e estratégia de alimentação para otimizar a rentabilidade da produção, pois o desempenho animal é, primeiramente, definido como consumo voluntário, já que este determina o nível de ingestão de nutrientes (VAN SOEST, 1994).

A fibra, especificamente a fibra em detergente neutro, está relacionada tanto ao efeito de enchimento quanto à densidade energética do alimento, podendo ser utilizada para relacionar os mecanismos de regulação de consumo, em uma mesma escala (MERTENS, 1992). A formulação de dietas com base na fibra em detergente neutro, embora alcance um dos mais importantes objetivos no balanceamento de ração, que é definir o limite máximo da proporção volumoso:concentrado, não contribui para estabelecer diferenças na fibra, que são associadas a cinéticas de

digestão e passagem ou às características físicas da fibra, como tamanho de partícula (MERTENS, 1997).

Oliveira et al. (2011) comentaram que esta relação pode ser considerada individual para cada ambiente sob estudo, pois não considera diferenças no valor nutricional de volumosos em diferentes estádios de maturação, tamanho de partícula e características da fibra que afetam a atividade mastigatória (fibra fisicamente efetiva).

A fibra fisicamente efetiva é importante pois estimula a ruminação e os compostos presentes na saliva, bicarbonatos e fosfatos, geram um equilíbrio entre os ácidos produzidos durante a fermentação e a secreção de substâncias tamponantes, os quais determinam o pH ruminal (SILVA; NEUMANN, 2012).

A redução do pH no rúmen tem efeito direto sobre a ingestão de energia e a absorção de proteína, o qual são fatores que limitam a produção de ruminantes. Além disso, a fibra também estimula a motilidade ruminal, que é importante por aumentar o contato do substrato com as enzimas extracelulares dos microrganismos do rúmen, auxiliar na ruminação e na renovação de conteúdo ruminal e incremento na taxa de passagem. A taxa de passagem tem importantes consequências, pois altera a eficiência da produção microbiana e, taxas de passagem mais rápidas favorecem o crescimento microbiano.

De acordo com Oliveira et al. (2011) a fibra fisicamente efetiva influi nos períodos e frequências de ruminação, ócio, consumo alimentar, ingestão de água e, conseqüentemente, interfere na cinética ruminal e no fluxo da digesta. Estes fatores podem determinar a qualidade do volumoso e variam conforme a fonte utilizada, podendo refletir em mudanças na resposta fisiológica ao manejo alimentar de cordeiros confinados e, conseqüentemente, na qualidade do produto final, a carne.

O conceito de FDNfe foi adotado pelo NRC (2000) que indicou a necessidade de inclusão de 20% de FDNfe na dieta de bovinos de corte. Para ovinos, a mesma recomendação foi adotada pelo NRC (2007), no entanto, poucos estudos foram realizados com esta espécie (CARVALHO et al., 2006; BRANCO et al., 2011).

Em sistema de confinamento, o entendimento do comportamento ingestivo é de grande importância para estudos com ruminantes, pois possibilita ajustar o manejo alimentar para obtenção de melhor desempenho produtivo (COSTA, 2008). Normalmente são utilizadas diferentes dietas, grupos genéticos específicos e uma infinidade de aditivos alimentares, gerando diferentes respostas em ingestão de

matéria seca, conversão alimentar e ganho de peso, surgindo a necessidade de melhor entendimento do comportamento alimentar de animais confinados (ARRIGONI et al., 2013), uma vez que este está intimamente relacionado com desempenho técnico e maior retorno econômico.

Os ruminantes respondem de forma diferente às dietas ou alimentos e ajustam o comportamento alimentar de acordo com suas necessidades nutricionais, sobretudo de energia (ARRIGONI et al., 2013). Estudos sobre alimentação animal mostram que os animais podem reconhecer o valor energético dos alimentos e podem avaliar o custo energético de obter alimento.

Segundo Carvalho (2005), a capacidade e o hábito de seleção observada nos pequenos ruminantes decorrem da adaptação dessas espécies às condições ambientais e possibilitam, através da seleção mais eficiente da forragem, a ingestão de uma dieta com menor teor de alimentos fibrosos, com isso mais digestíveis. Os ovinos são capazes de diferenciar os alimentos por aspectos como tamanho, cheiro, forma e outras características sensoriais, sendo assim mais seletivos.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. G.; MEDEIROS, S. R. Emissão de gases de efeito estufa em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1, 2013, Campo Grande. **Anais...Campo grande**: Embrapa, 2015. p. 1-23.
- ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração lavoura e pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. p. 16. (Documentos).
- ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; SARTI, L. M. N.; BARDUCCI, R. S.; FRANZÓI, M. C. S.; VIEIRA JUNIOR, L. C.; PERDIGÃO, A.; RIBEIRO, F. A.; FACTORI, M. A. Níveis elevados de concentrado na dieta de bovinos em confinamento. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 539-551, 2013.
- BEAUCHEMIN, K. A.; KREUZER, M.; O'MARAC, F.; McALLISTER, T. A. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Clayton South, v. 48, n. 2, p. 21–27, 2008.
- BORGES, L. M.; PASCHOAL, J. J. A produção e controle de gás metano na pecuária brasileira. **Cadernos de pós-graduação da FAZU**, Uberaba, v. 2, n. 1, p. 1-10. 2011.
- BUMBIERIS JUNIOR, V. H; DIAS, F. J.; KAZAMA,R.; ARRUDA, D. S.; JOBIM, C. C.; MORAES, M. G. Degradabilidade ruminal e fracionamento de carboidratos de

silagens de grama estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst.) com diferentes aditivos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 761-772, 2007.

BRANCO, R. H.; RODRIGUES, M. T.; SILVA, M. M. C.; RODRIGUES, C. A. F.; QUEIROZ, A. C.; ARAÚJO, F. L. Desempenho de cabras em lactação alimentadas com dietas com diferentes níveis de fibra oriundas de forragem com maturidade avançada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 1061-1071, 2011.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa**: informações gerais e valores preliminares (30 de novembro de 2009).

CARVALHO, F. C. Comportamento alimentar de caprinos e ovinos em sistemas intensivos de produção. In: CAMPOS, A. C. N. (Ed.). **Do campus para o campo: tecnologias para produção de ovinos e caprinos**. Fortaleza: Gráfica Nacional, 2005. p.147-153.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H.; RODRIGUES, C. A. F. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite de cabras da raça Alpina alimentadas com dietas contendo diferentes teores de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 1153- 1161, 2006.

CASTRO, J. M. C.; SILVA, D. S.; MEDEIROS, A. N.; PIMENTA FILHO, E. C. Desempenho de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas completas contendo feno de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 674-680, 2007.

CHIODEROLI, C. A.; MENDONÇA, C. A.; NICOLAU, F. E .A.; AMORIM, M. Q.; SANTOS, P.R.A. Sistema de integração lavoura-pecuária: Integração Lavoura Pecuária No Semiárido Brasileiro. In: ALBIERI, D. et al. **Tecnologias agroecológicas para o semiárido**. Fortaleza: Edição do Autor, 2015. p. 65-67.

COSTA, J. B. **Efeito da inclusão do co-produto de caju (*Anacardium occidentale, L.*), submetido a diferentes graus de moagem, em dietas para cordeiros em terminação sobre o consumo e a digestibilidade de nutrientes**. 2008. 77 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; SEVERINO, E. C.; OLIVEIRA, M.A. Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do capim-Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 1, p. 115-123, 2009.

DAMASCENO, J. C.; SANTOS, G. T.; CÔRTEZ, C.; RÊGO, F. C. A. Aspectos da alimentação da vaca leiteira. In: SUL-LEITE SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUARIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2., 2002, Toledo. **Anais...**Toledo: UEM, 2002. p. ...-...

DIAS-FILHO, M. B. Estratégias de recuperação de pastagens na Amazônia. In: Intensificação da produção animal em pastagens. Brasília, DF : Embrapa, 2014, p. 9-14.

FERREIRA, L. G.; CLAUDIO, F. L.; SANTOS, L. C.; ALVES, E. M.; PAIM, T. P. Produção de silagem em sistemas consorciados de milho (*Zea mays*), guandu (*Cajanus cajan*) e braquiária (*Urochloa brizantha*). In: CONGRESSO ESTADUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IF GOIANO, 4, 2015, Morrinhos. .. **Anais...** Morrinhos: Instituto Federal Goiano, 2015. p. 1-2.

GERON, L. J. V.; MEXIA, A. A.; CRISTO, R. L.; GARCIA, J.; CABRAL, L. S.; TRAUTMANN, R. J. MARTINS, O. S.; ZEOULA, L. M. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e características ruminais de cordeiros alimentados com níveis crescentes de concentrado em ambiente tropical no Vale do Alto Guaporé – MT. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2497-2510, 2013.

LAL, R. Potential of desertification control to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. **Climate Change**, London, v. 51, n. 1, p. 35-72, 2001.

LEONEL, F. P.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G.; MARCO JUNIOR, P.; SILVA, C.J.; LARA, L.A. Consórcio capim-braquiária e milho: comportamento produtivo das culturas e características nutricionais e qualitativas das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa , v. 38, n. 1, p. 166-176, 2009 .

MACEDO, M. C. M.; ARAÚJO, A. R. Sistemas de integração lavoura pecuária: alternativas para recuperação de pastagens degradadas. In: BUNGENSTAB, D. J. **Sistemas de integração lavoura pecuária floresta**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

MACHADO, F. S. **Consumo, digestibilidade aparente, partição de energia e produção de metano em ovinos alimentados com silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação**. 2010.107 f. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., Lavras, 1992. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 188-219.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

MOSS, A. R. **Methane**: global warming and production by animals. Kingston: Chalcombe Publications, 1993. p. 105.

MOSS, A. R.; JOUANY, J. P.; NEWBOLD, C. J. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. **Annales de Zootechnie**, Versailles, v. 49, p. 231-253, 2000.

MOUSQUER, C. J.; FERNANDES, G. A.; CASTRO, W. J. R.; HOFFMANN, A.; SIMIONI, T. A.; FERNANDES, F. F. D. Comportamento ingestivo de ovinos confinados com silagens. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 7, n. 2, p. 301-322, 2013.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. p.127-145.

NUSSIO, L. G.; REIS, T. F.; RIBEIRO, J. L.; BERNARDES, G. R.; PAZIANI, S. F.; SIQUEIRA, A. L.; MOREIRA, E. T. Fatores que interferem no consumo de forragens conservadas. In: REIS, R. A. et al. (Ed). **Volúmosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens.** Jaboticabal: FUNEP 2003. p. 27- 50.

OBEID, J. A.; GOMIDE, J. A.; CRUZ, M. E. Silagem de milho (*Zea mays, L.*) consorciada com leguminosas na alimentação de novilhos de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 39-44, 1992.

OBSERVATÓRIO DO PLANO, A. B. C. **Avaliação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) considerando as projeções da produção agrícola brasileira do MAPA e da FIESP até o ano de 2023, 5.**, São Paulo: Observatório ABC, 2014. 113 p.

OLIVEIRA, M. V. M.; LANA, R. P.; JHAM, G. N.; PEREIRA, J. C.; OLAQUIAGA PÉREZ, J. R.; VALADARES FILHO, S. de C. Influência da monensina no consumo e na fermentação ruminal em bovinos recebendo dietas com teores baixo e alto de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1763-1774, 2005.

OLIVEIRA, S. G.; BERCHIELLI, T. T.; PEDREIRA, M. S.; PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.; LIMA, M. A. Effect of tannin levels in sorghum silage and concentrate supplementation on apparent digestibility and methane emission in beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdã, v. 135, n. 3, p. 236-248, 2007.

OLIVEIRA, M. R.; NEUMANN, M.; FARIA, M. V.; NERI, J. Comportamento de novilhos confinados com silagens de milho oriundas de diferentes estádios de maturação e níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 1, p. 56-65, 2011.

PEDREIRA, M. S.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M. A.; FRIGHETTO, R.; OLIVEIRA, S. G.; BERCHIELLI, T. T. Ruminant methane emission by dairy cattle in Southeast Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 6, p. 742-750, 2009.

PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R. et al. Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v. 38, n. 3, p. 422-427, 2009.

RUSSEL, J. B. **Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition.** Ithaca: Department of Microbiology, Cornell University, 2002. p. 49-51.

SILVA, M. R. H.; NEUMANN, M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: conceitos e importância na nutrição de ruminantes. **FAZU em Revista**, Uberaba, v. 9, n. 1, p. 69-84, 2012.

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

WOLIN, M. J.; MILLER, T. L.; STEWART, C. S. Microbe-microbe interactions. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. **The rumen microbial ecosystem**. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p. 467-491.



## 2 EFEITO DE SILAGENS PRODUZIDAS EM SISTEMA INTEGRADO NA TERMINAÇÃO DE CORDEIROS EM CONFINAMENTO

### RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito das silagens de milho, provenientes de sistema de integração lavoura-pecuária, em consórcios com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão, na dieta de cordeiros em confinamento sobre o desempenho, o comportamento ingestivo e os custos da terminação. Foram utilizados 24 cordeiros machos não castrados ½ Dorper ½ Santa Inês, com idade média de 2 meses e aproximadamente 17 kg de peso corporal. As três dietas experimentais isoproteicas (18% PB na matéria seca) foram fornecidas na relação volumoso:concentrado 40:60 e denominadas de tratamentos: silagem de milho exclusivo (SM), silagem de milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu (SMU) e silagem milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão (SMUG). O ganho médio diário (kg/dia), assim como o período em que os cordeiros permaneceram confinados, não foi influenciado pelas diferentes dietas. A utilização da silagem proveniente do consórcio do milho, Marandu e guandu-anão na dieta de cordeiros, proporcionou aumento no consumo de matéria seca (kg/dia) e acresceram os tempos dispendidos para ruminação, mastigação e distribuição da fibra fisicamente efetiva. As dietas mostraram rentabilidade favorável na terminação de cordeiros em confinamento; entretanto, o maior retorno econômico foi obtido com o sistema em que os animais foram alimentados com silagem de milho exclusivo.

**Palavras-chave-** Confinamento. Guandu-anão. Ovinos. *Urochloa brizantha*

***Effect of silage produced in integrated system in the lambs finishing in feedlot***

### ABSTRACT

The aimed of this study was to evaluate the effect of corn silage, from crop-livestock integration system, in consortia with *Urochloa brizantha* cv. Marandu and pigeon pea, about the performance, the ingestive behavior and the economic viability of confinement finishing with the different diets. 24 males ½ Dorper ½ Santa Inês was utilized, with age of 2 months and initial body weight of approximately 16 kg. The treatments were corn silage exclusive (SM), corn silage in consortium with *Urochloa*

*brizantha* cv. Marandu (SMU) and corn silage in consortium with *Urochloa brizantha* cv. Marandu and pigeon pea (SMUG). All the diets was constituted with 40% roughage and 60% concentrate and isoproteics (18%). Average daily gain (kg/day) and the period during which the lambs were confined, was not influenced by the different diets. The use of silage from corn consortium, Marandu and pigeon pea in the diet of lambs led to an increase in dry matter intake (kg/day) and further compounded the times spent for ruminating, chewing and distribution of physically effective fiber. Diets showed favorable profitability in finishing lambs in confinement; however, the greatest economic return was obtained with the system in which the animals were fed with silage corn.

**Keywords-** Feedlot. Pigeon pea. Sheep. *Urochloa brizantha*

## 2.1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população mundial, existe a necessidade de aumentar a eficiência dos sistemas de produção de alimentos, nos quais a produção de proteína de origem animal assume grande importância (CARVALHO et al., 2007).

O cordeiro é a categoria animal que fornece carne de melhor qualidade, maiores rendimentos de carcaça e maior eficiência de produção. Dentre os sistemas de terminação de cordeiros, o confinamento pode ser a melhor alternativa para potencializar a alta velocidade de crescimento que essa categoria animal apresenta. No entanto, este sistema apresenta altos custos de produção, principalmente aqueles relacionados à alimentação, que constitui um fator determinante no aspecto financeiro (BARROS et al., 2009).

Uma alternativa para reduzir os custos de produção é a utilização de volumosos de alta qualidade. Moreno et al. (2010) avaliaram a digestibilidade de cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois diferentes níveis de concentrado e concluíram que o tipo de volumoso influencia mais a digestibilidade dos nutrientes que sua proporção na dieta.

Os ruminantes requerem volumosos em suas dietas para maximizar a produção e se manterem saudáveis, em virtude da manutenção de ambiente estável no rúmen (GERON, 2013). A fibra é fundamental por manter as condições ótimas do rúmen, pois altera as proporções de ácidos graxos de cadeia curta, estimula a

mastigação e mantém o pH em níveis adequados para a atividade microbiana (MERTENS, 1992).

A produção de volumosos para a alimentação animal através do sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) é uma alternativa para a recuperação de pastagens degradadas e para a produção de volumosos conservados de alta qualidade. O sistema de ILP fundamenta-se na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente o milho, sorgo e milheto, com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Panicum* e *Urochloa*, tanto no sistema de plantio direto (SPD) como no convencional. O guandu-anão é uma leguminosa que pode beneficiar o sistema de consórcio do milho com braquiária por meio do fornecimento de nitrogênio (SOUZA et al., 2015), além de melhorar a qualidade nutricional do material para ensilagem, principalmente da proteína.

Considerando os altos custos da proteína da dieta, a economia da produção animal é altamente dependente da eficiência de sua utilização. Castro et al. (2007) comentaram que a maximização do consumo de alimento é extremamente importante na formulação de dietas e estratégia de alimentação para otimizar a rentabilidade da produção, pois o desempenho animal é, primeiramente, definido como consumo voluntário, já que este determina o nível de ingestão de nutrientes (VAN SOEST, 1994).

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito das silagens de milho, provenientes de sistema de integração lavoura-pecuária, em consórcios com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão, sobre o desempenho, o comportamento ingestivo e análise econômica da terminação de cordeiros em confinamento.

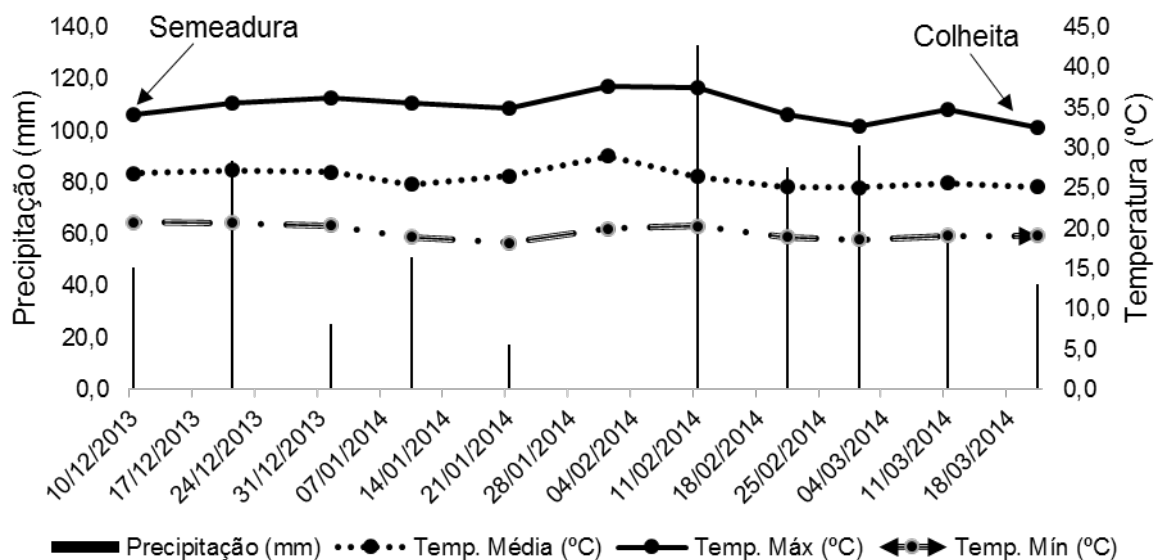
## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Ovinocultura e Caprinocultura da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista (UNESP), localizada no município de Ilha Solteira, estado de São Paulo (20°22'S e 51°22'W, altitude de 335m), de acordo com as normas da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob Protocolo Nº 07/2014/CEUA.

Foram utilizados 24 cordeiros machos não castrados ½ Dorper ½ Santa Inês, com idade média de 2 meses e peso corporal inicial de aproximadamente 17 kg. Os animais foram mantidos em galpão coberto com piso de terra batida em gaiolas de

madeira individuais (0,87 m<sup>2</sup>) de piso ripado, equipadas com comedouros individuais e bebedouros coletivos, onde permaneceram até atingirem 35 kg de peso corporal. O volumoso foi produzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) no Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), localizada no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, Brasil (20°18'S e 51°22'W, altitude de 370 m). O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA, 2006) é um LATOSSOLO VERMELHO distroférico típico muito argiloso. O tipo climático da região é Aw, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, segundo classificação de Köppen. Os valores de precipitação pluvial (mm) e temperaturas (°C) máxima, média e mínima da área de cultivo, durante o período de produção dos volumosos, constam na Figura 1. A área foi irrigada por aspersão (pivô central), considerando-se o intervalo hídrico ótimo para as culturas em estudo.

**Figura 1-** Dados climáticos obtidos junto à estação meteorológica da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FEIS/UNESP, Selvíria, Mato Grosso do Sul



Fonte: o próprio autor.

A densidade de semeadura do milho em torno de 3,0 sementes por metro, almejando uma população em torno de 66.000 plantas, do Híbrido Simples DKB 390 YG, recomendado para a região. Para o consórcio com a leguminosa, o guandu-anão (Fava Larga) foi semeado no mesmo momento do milho, nas entrelinhas, no

espaçamento de 0,45 m, utilizando de 6 a 8 sementes por metro. Como adubação de semeadura foram aplicados 350 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 08-28-16.

As sementes de *Urochloa* foram acondicionadas no compartimento do fertilizante da semeadora e depositadas na profundidade de 0,06 m, no espaçamento de 0,45 m utilizando-se aproximadamente 7 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis (VC de 72%). Desta forma, as sementes do capim se localizaram abaixo das sementes de milho e/ou do guandu-anão, seguindo as recomendações de Kluthcouski et al. (2000), com o objetivo de retardar a emergência da gramínea forrageira em relação às culturas produtoras de grãos a fim de diminuir a provável competição das espécies no período inicial de desenvolvimento das culturas.

O milho em consórcio foi colhido quando as plantas de milho estavam com 35% de MS. O material foi picado com o auxílio do triturador em partículas médias de 2,5 cm com colhedora de forragem JF-90, modelo Z-10 a 40 cm do nível do solo. O material foi ensilado em tambores de plástico de 200 l, compactado por pisoteio e posteriormente vedados. Após a abertura dos silos, foram retiradas amostras para determinação da composição bromatológica das silagens (Tabela 1).

**Tabela 1 – Composição bromatológica (% MS) das silagens.**

Variável (%)	Silagens		
	Milho exclusivo	Milho e braquiária	Milho, braquiária e Guandu-anão
Matéria seca original	43,49	42,13	46,41
Fibra insolúvel em detergente neutro	30,73	32,44	43,25
Fibra insolúvel em detergente ácido	17,46	19,03	28,05
Lignina	1,49	3,30	3,61
Proteína bruta	7,50	7,90	7,30
Extrato etéreo	3,92	3,88	3,38
Cinzas	3,68	3,68	5,15
Carboidrato não fibroso	54,17	52,10	40,92
Nutrientes digestíveis totais	70,97	70,26	65,75

No período pré-experimental, com duração de 14 dias, os animais foram pesados, identificados e suas fezes coletadas para análise de OPG (ovos por grama de fezes), através da técnica descrita por Gordon e Whitlock (1939). Após a vermifugação com anti-helmíntico, os animais foram distribuídos nos tratamentos (dietas). As três dietas experimentais isoproteicas (18% PB na matéria seca) foram formuladas de acordo com o NRC (1985) e fornecidas na relação volumoso:concentrado 40:60 e denominadas de tratamentos: silagem de milho exclusivo (SM), silagem de milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu (SMU) e silagem milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão (SMUG). No período pré-experimental, também foi realizada a adaptação dos animais às dietas, utilizando-se uma quantidade inferior de ureia (0,5%) até atingir 1,5% da dieta total (Tabela 2), utilizada para ajustar os teores de proteína bruta (PB).

**Tabela 2** - Ingredientes e composição nutricional (% MS) das dietas experimentais.

	Dietas		
	Milho exclusivo	Milho e Marandu	Milho, Marandu e Guandu-anão
<b>Ingredientes (%)</b>			
Silagem	40,00	40,00	40,00
Farelo de soja	18,00	18,00	18,00
Grão de milho moído	35,00	35,00	35,00
Melaço	3,00	3,00	3,00
Ureia	1,50	1,50	1,50
Núcleo mineral <sup>(1)</sup>	2,50	2,50	2,50
<b>Nutrientes (%)</b>			
Fibra insolúvel detergente neutro	24,10	24,78	29,11
Proteína Bruta	18,25	18,41	18,17
Extrato etéreo	3,76	3,75	3,55
Matéria mineral	6,21	6,20	6,79
Carboidrato não fibroso	43,68	42,87	38,38
Nutrientes digestíveis totais	73,74	73,45	71,65

<sup>1)</sup> Núcleo mineral (nutrientes/ kg): cálcio 155g; fósforo 65g; enxofre 12g; magnésio 6g; sódio 115g; cobalto 175mg; cobre 100mg; ferro 1.000mg; flúor 650mg; iodo 175mg; manganês 1.400mg; níquel 42mg; selênio 27mg; zinco 6.000mg.

No período experimental, os animais receberam duas refeições diárias, as 6:30 e as 16:00 horas, registrando-se as quantidades de volumoso e concentrado ofertadas e as sobras no dia seguinte, admitindo-se 10% de sobras, para determinação do consumo de matéria seca e de nutrientes. A mistura do volumoso e concentrado foi realizada manualmente no momento da alimentação. Retirou-se duas vezes por semana amostras das silagens e do concentrado, visando maior homogeneidade do material fornecido aos animais durante todo o experimento, enquanto as sobras foram amostradas e pesadas diariamente, formando-se amostras compostas no início, meio e fim do experimento.

As amostras de silagem e as sobras foram secas em estufa de ventilação forçada a 60-65°C por 72 horas. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho de faca (Willey) com peneira de crivo de 1 mm e analisadas para a determinação dos teores de matéria seca (MS) na estufa de ventilação forçada a 105°C por 24 horas. Destas amostras foram analisados os teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), conforme procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002), das silagens, concentrado e sobras.

Para análises das fibras foram utilizadas amostras de 0,5 g que foram acondicionadas em sacos de TNT-100, com medidas de 6 x 6 cm (CASALI et al., 2009), mergulhadas em solução de detergente neutro e levadas à autoclave regulada para 105°C por 60 minutos (PELL; SCHOFIELD, 1993). Após este período, os saquinhos contendo os resíduos foram lavados duas vezes com água fervente e duas vezes com acetona e colocadas para secar (105°C por 12 horas), esfriados e pesados. O teor de carboidratos totais (CT) foi calculado de acordo com Sniffen et al. (1992), como  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%CZ)$ , enquanto os teores de carboidratos não fibrosos foram obtidos pela fórmula  $CNF = CT - FDN$ . Os teores de NDT foram estimados segundo equação proposta por Capelle et al. (2001). A fração de fibra fisicamente efetiva (FDN<sub>fe</sub>) das silagens foi obtida multiplicando-se a proporção de partículas retidas nas peneiras de 19 mm e 7,8 mm do *Penn State Particle Size Separator* (SPPS) pelo teor da FDN da dieta, como descrito por Yang e Beauchemin (2006).

Para avaliar o desempenho animal, as pesagens foram realizadas a cada 14 dias, sendo que os animais permaneciam em jejum por 12 horas antes de cada procedimento de pesagem. A conversão alimentar foi calculada pela fórmula:

consumo total (kg de matéria seca) / ganho de peso durante o período (kg). O comportamento ingestivo foi avaliado através de observação visual a cada cinco minutos, durante 24 horas, para determinação do tempo despendido em ingestão, ruminação e ócio, conforme metodologia citada por Johnson e Combs (1991). Durante a observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

Os resultados referentes aos fatores do comportamento ingestivo foram obtidos utilizando-se as seguintes equações:  $EIMS = CMS/ TI$  e  $EIFDN = CFDN/ TI$  em que EIMS (g MS ingerida/h) e EIFDN (g FDN ingerida/h) = eficiência de ingestão; CMS (g) = consumo diário de matéria seca; CFDN (g) = consumo diário de FDN; TI = tempo gasto em ingestão diariamente.  $ER MS = CMS/ TRU$  e  $ERUFDN = CFDN/ TRU$  em que ERUMS (g MS ruminada/h) e ER FDN (g FDN ruminada/h) = eficiência de ruminação; CMS (g) = consumo diário de matéria seca; CFDN (g) = consumo diário de FDN; TRU (h/dia) = tempo gasto em ruminação diariamente.  $TMT = TI + TRU$  em que TMT (min/dia) = tempo de mastigação total.

Para o cálculo do custo de produção, considerou-se a estrutura do custo operacional de produção utilizada pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), proposta por Matsunaga et al. (1976), o qual calcula-se o custo operacional efetivo (COE), com a utilização de mão de obra, correspondente aos dias de confinamento e insumos, correspondentes à alimentação no período. Para a composição do custo operacional total (COT), foi incorporada a depreciação, calculada pelo método linear, proporcional ao tempo de vida útil de cada item correspondente à instalação, bem como outras despesas, referente a 5% do COE.

Os indicadores de lucratividade utilizados no trabalho foram os considerados por Martin et al. (1998): Receita Bruta (RB), que se constitui no produto da sua produção final em carcaça, pelo preço unitário (R\$ 16,00/kg carcaça), simulando um lote de 100 animais; Margem Líquida (ML), correspondente entre a diferença da receita e o custo operacional total; Índice de Lucratividade, que se refere à proporção da receita bruta, que se constitui em recursos disponíveis, em relação à margem bruta obtida. Ainda reportou-se ao ponto de nivelamento da produção, caracterizado pela capacidade mínima de produção para cobertura dos custos totais de produção, bem como ao preço de equilíbrio, resultante do custo total de produção sobre a produtividade obtida.



Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo que os animais foram blocados de acordo com o peso corporal e distribuídos aleatoriamente em três tratamentos (tipos de silagem). Os dados foram submetidos à análise de variância, com auxílio do pacote estatístico *Statistical Analysis System* 9.0 (SAS, 2002). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey.

### 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ganho médio diário (kg/dia) e o período de confinamento dos cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes silagens, não apresentaram diferenças significativas ( $P>0,05$ ), conforme Tabela 3. Contudo, o consumo de matéria seca (kg/dia) foi superior ( $P<0,01$ ) para os animais que receberam silagem de milho consorciado com Marandu e guandu-anão, ou seja, consumiram maior quantidade de matéria seca (kg/dia) para atingir os mesmos ganhos médios diários que os os cordeiros que receberam as demais dietas. O aumento no consumo de matéria seca promoveu maior ( $P<0,05$ ) conversão alimentar e, conseqüentemente, redução na eficiência alimentar da dieta contendo silagem de milho, Marandu e guandu-anão.

**Tabela 3** - Consumo e desempenho de cordeiros terminados em confinamento recebendo dietas com diferentes volumosos.

Variável	Dietas			dms	CV (%)
	Milho exclusivo	Milho e Marandu	Milho, Marandu e Guandu-anão		
Peso inicial (kg)	17,79	17,33	17,21	2,996	13,63
Peso final (kg)	36,76	35,57	35,61	1,287	2,84
CMS <sup>(1)</sup> (kg/dia)	1,309 b	1,439 ab	1,505 a	0,163	9,09
CMS (%/PC <sup>(2)</sup> )	3,56 b	4,07 a	4,23 a	0,461	9,26
Dias de confinamento	56	59	63	20,54	17,68
GMD (kg/dia)	0,349	0,325	0,300	0,061	2,06
CA	3,79 b	4,53 ab	5,10 a	0,945	16,78
EA	0,268 a	0,227 ab	0,201 b	4,291	14,70

Letras distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação. <sup>(1)</sup>Consumo matéria seca <sup>(2)</sup>peso corporal. Fonte: elaboração do próprio autor.

De acordo com Allen (2000), vários são os fatores que podem influenciar o consumo da dieta, dentre eles, a fibra desempenha importante função no controle do consumo voluntário e, conseqüentemente, a ingestão de nutrientes. A silagem de milho consorciado com Marandu e guandu-anão (SMUG) apresentou maior teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) (Tabela 1) quando comparada as demais silagens estudadas, apesar das leguminosas apresentaram menor teor de fibra do que as gramíneas. O maior teor de FDN para silagem de milho em consorcio com a leguminosa, pode estar associada a alta temperatura (Figura 1) no período de desenvolvimento inicial, o que provocou a competição entre as culturas, levando ao estiolamento da leguminosa.

De acordo com Silva et al. (2009), a relação folha:caule, bem como as maiores concentrações de lignina no caule em relação à folha, pode estar relacionado ao maior consumo de matéria seca. Isto porque o aumento dos teores de fibra insolúvel na dieta pode provocar diminuição no tempo de passagem da digesta pelo trato gastrintestinal, decorrente da estimulação física da fibra, sobre as paredes do trato gastrintestinal, aumentando a motilidade e diluindo a energia da dieta, levando a um aumento do consumo voluntário (WARNER, 1981).

Silva e Neumann (2012) comentaram que outros fatores podem influenciar o consumo da dieta, como as diferenças no valor nutricional dos volumosos em diferentes estádios de maturação, tamanhos de partículas e características da FDN que afetam a atividade mastigatória (fibra fisicamente efetiva).

Os valores médios para a fibra fisicamente efetiva (FDNfe) das silagens e retenção de partículas pela peneira superior, mediana e inferior do *Penn State Particle Size Separator* estão apresentados na Tabela 4. A silagem de milho, Marandu e guandu-anão apresentou maior proporção de FDNfe devido ao maior tamanho das partículas (superior a 7,8 mm) e teor de FDN.

Beauchemin e Yang (2005) relataram que com o aumento do comprimento das partículas de forragem aumenta-se a ingestão de FDNfe, mas a ingestão de matéria seca não é afetada. O mesmo não pode ser observado no presente estudo, pois o maior tamanho das partículas da silagem de milho, Marandu e guandu-anão influenciou o consumo de matéria seca (Tabela 3).

**Tabela 4** - Valores (%) de fibra fisicamente efetiva (FDNfe) e de tamanho de partículas das silagens experimentais.

Variável	Dietas			dms	CV (%)
	Milho exclusivo	Milho e Marandu	Milho, Marandu e Guandu-anão		
FDNfe	16,91 c	18,67 b	26,77 a	0,480	10,83
Superior (> 19 mm)	5,27 c	5,56 b	6,22 a	0,066	10,92
Mediana (> 7,8 mm)	50,13 c	52,55 b	56,09 a	0,442	10,66
Inferior (<7,8 mm)	44,27 a	41,96 b	37,31 c	0,606	10,70

Letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação. Fonte: elaboração do próprio autor.

Cardoso et al. (2006) concluíram que o teor ideal de FDN na dieta de cordeiros em crescimento é de aproximadamente 30%, ou o equivalente a 22% de FDNfe. Neste contexto, a silagem de milho e a silagem de milho com Marandu apresentaram valores inferiores, ao recomendado pelo autor, para FDNfe (16,91 e 18,67%, respectivamente) e FDN (24,10 e 24,78%, respectivamente).

Os resultados referentes às médias do tempo para ruminação e alimentação, tempo de mastigação total, eficiência de ingestão e eficiência de ruminação são apresentados na Tabela 5. Não foi observado diferença ( $P > 0,05$ ) no tempo de alimentação (min/dia) entre os tratamentos. No entanto, o tempo gasto pelos animais para a atividade de ruminação (min/dia) foi superior ( $P < 0,01$ ) quando alimentados com dietas contendo silagem de milho, Marandu e guandu-anão. De acordo com Van Soest (1994), o tempo despendido para ruminação é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos.

Silva e Neumann (2012) observaram que o número de mastigação por dia e o tempo de mastigação, incluindo o tempo de ingestão e ruminação, foram linearmente aumentados com o aumento da FDNfe da dieta, concordando com os resultados para o tempo de ruminação e mastigação observados para a dieta contendo SMUG (Tabela 5).

A utilização de 26,77% FDNfe (Tabela 4) foi o suficiente para influenciar os períodos de ruminação e mastigação dos animais (Tabela 5). Além disso, o aumento do tempo despendido para a mastigação total (ruminação e alimentação) e menor tempo em ócio, também pode ser observado.

**Tabela 5** - Comportamento ingestivo de cordeiros terminados em confinamento recebendo dietas contendo as diferentes silagens experimentais.

Variável	Dietas			dms	CV (%)
	Milho exclusivo	Milho e Marandu	Milho, Marandu e Guandu-anão		
Ruminação (min/dia)	410,00 b	381,43 b	541,88 a	105,08	18,71
Alimentação (min/dia)	170,63	196,43	244,38	76,39	21,63
TMT <sup>(1)</sup> (min/dia)	580,63 b	577,86 b	786,25 a	108,82	15,33
Ócio (min/dia)	864,38 a	867,14 a	658,75 b	108,82	10,84
Ei <sup>(2)</sup> MS (g MS/h)	505,26	493,67	382,15	175,96	24,33
Ei FDN (g FDN/h)	121,31	118,56	111,43	42,99	23,13
ER <sup>(3)</sup> MS (g MS/h)	201,76ab	215,01 a	153,74 b	50,14	20,03
ER FDN (g FDN/h)	48,62	53,29	44,75	12,51	19,72

Letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação <sup>(1)</sup> Tempo de mastigação total <sup>(2)</sup> Eficiência de ingestão <sup>(3)</sup> Eficiência de ruminação. Fonte: elaboração do próprio autor.

De acordo com Welch (1986), durante o consumo e a ruminação, a mastigação é a maior responsável pela trituração e conseqüente redução no tamanho das grandes partículas. Desta forma, o tempo despendido com a mastigação tem sido uma das medidas mais estudadas e utilizadas para avaliar a efetividade da fibra, por causa dos efeitos positivos que ela tem sobre a secreção de saliva, processo de trituração de alimentos, consumo de matéria seca, entre outros.

Alimentando cordeiros com dietas contendo diferentes teores de FDNfe (25, 31, 37 e 45%), Cardoso et al. (2006) observaram que o tempo de ruminação aumentou 450, 472, 508 e 501 min/dia, respectivamente. O mesmo resultado pode ser observado no presente estudo, em que os diferentes teores de FDNfe (16,91, 18,67 e 26,77%) influenciaram ( $P < 0,05$ ) nos períodos de ruminação 410; 381, 43 e 541,88 min/dia, respectivamente.

De acordo com Forbes (2003) estas variações do comportamento ingestivo podem ocorrer, pois os ruminantes possuem a capacidade de modificar um ou mais componentes do seu comportamento, com a finalidade de minimizar os efeitos de

condições alimentares desfavoráveis, conseguindo, assim, suprir seus requisitos nutricionais para a manutenção e produção.

Não foi observada influência das dietas ( $P>0,05$ ) sobre a eficiência de ingestão de matéria seca (Ei MS) e FDN (Ei FDN), expressas em g MS/h e g FDN/h, respectivamente. No entanto, a eficiência de ruminação de matéria seca (ER MS), em g MS/h, foi inferior para a dieta contendo silagem de milho, Marandu e guandu-anão. Isto pode estar associado ao aumento da concentração de constituintes da parede celular (lignina) da dieta contendo a silagem com leguminosa.

Silva et al. (2005) afirmaram que a eficiência de ruminação do alimento é afetada positivamente pela elevação da matéria seca da dieta, porém o mesmo não pode ser observado no presente estudo. A dieta com base na silagem de milho, Marandu e guandu-anão como volumoso, teve maior teor de matéria seca quando compara as demais dietas estudadas, contudo apresentaram menor eficiência de ruminação de matéria seca.

De acordo com Cardoso et al. (2006), o aumento de constituintes fibrosos eleva o número de mastigações meréricas por bolo alimentar e, conseqüentemente, o tempo despendido com a ruminação, reduzindo a frequência de ruminações. Segundo Fontenelle et al. (2011), o prolongamento da atividade de ruminação nem sempre compensa a redução na eficiência de ruminação.

A análise econômica da terminação de cordeiros em confinamento é apresentada na tabela 6. As silagens provenientes do sistema de integração lavoura-pecuária (SMU e SMUG) apresentaram o mesmo custo de produção (R\$/kg), inferior à silagem de milho, R\$ 0,05 e 0,08, respectivamente. O custo operacional efetivo (COE) foi favorável ao sistema de terminação em que os animais foram alimentados com dieta contendo SM (R\$ 16.823,74).

O COE mais elevado das dietas contendo SMU e SMUG, apesar do menor custo com o volumoso (Tabela 6), pode ser explicado pelo maior tempo de confinamento dos animais e consumo de matéria seca (Tabela 3), elevando os custos com mão de obra e alimentação, principalmente com o concentrado, fração mais onerosa da dieta.

Conseqüentemente, o sistema em que os animais foram alimentados com dietas contendo SMU e SMUG, apresentou menor índice de lucratividade (34,63 e 32,13%, respectivamente), maior ponto de equilíbrio (66 e 68 cordeiros, respectivamente) e maior preço de equilíbrio (R\$10,61 e 10,89 respectivamente).

**Tabela 6** - Estimativa de custo da terminação de cordeiros em confinamento recebendo dietas com diferentes silagens.

Descrição	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)		
			Milho exclusivo	Milho e Marandu	Milho, Marandu e Guandu-anão
A – Mão de obra	DC <sup>(1)</sup>	70,00	3.920,00	4.130,00	4.410,00
B – Insumos					
SM	40% CT <sup>(2)</sup>	0,08/Kg	234,75	--	--
SMU	40% CT	0,05/Kg	--	169,92	--
SMUG	40% CT	0,05/Kg	--	--	187,24
Concentrado	60% CT	0,45/Kg	1.980,72	2.293,92	2.527,74
C – Aquisição animais	100 (17 kg)	6,50/Kg	9.750,00	9.750,00	9.750,00
Custo operacional efetivo – COE (R\$)			15.885,47	16.343,84	16.874,98
Outras despesas*			794,27	717,19	843,75
Depreciação			144,00	144,00	144,00
Custo operacional total – COT (R\$)			16.823,74	17.204,03	17.862,73
Receita bruta - RB (R\$)	100	16,00/kg	26.320,00	26.320,00	26.320,00
Margem líquida – ML (R\$)			9.496,26	9.115,97	8.457,27
Índice de Lucratividade (%)			36,08	34,63	32,13
Ponto de equilíbrio (cordeiros abatidos)			64	66	68
Preço de equilíbrio (R\$/kg carcaça)			10,21	10,61	10,89

<sup>(1)</sup> Dias de confinamento <sup>(2)</sup> Consumo total. Fonte: elaboração do próprio autor.

O ganho do produtor depende da maior disponibilidade de produtos para comercialização, buscando obter o maior número possível de cordeiros por ano e por hectare de área utilizada para produção de forragem (pastagens, capineira e material para ensilagem) e, de outro lado, deve-se buscar o menor custo de produção possível, todavia sem prejuízo da qualidade (SANTOS et al., 1999). Sendo assim, a avaliação da influência das diferentes silagens sobre o principal produto a

ser comercializado, a carcaça e a carne, pode ser uma sugestão para trabalhos futuros que irá auxiliar na discussão dos resultados obtidos na análise econômica.

## 2.4 CONCLUSÕES

Dietas contendo silagens provenientes do consórcio do milho com o capim Marandu e o guandu-anão podem ser eficientes na terminação de cordeiros em confinamento, fornecendo alimento de qualidade sem comprometer o desempenho animal.

Todas as silagens testadas mostraram rentabilidade econômica favorável na terminação de cordeiros em confinamento; entretanto, o maior retorno foi obtido com a dieta contendo silagem de milho exclusivo.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n.7, p.1598-1624, 2000.
- BARROS, C. S.; MONTEIRO, A. L. G.; POLI, C. H. E. C. Rentabilidade da produção de ovinos de corte em pastagem e em confinamento. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 11, p. 2270-2279, 2009.
- BEAUCHEMIN, K. A.; YANG, W. Z. Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, n.6, p. 2117- 2129, 2005.
- CAPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Estimativas de valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n. 6, 1837-1856, 2001.
- CARDOSO, A. R.; PIRES, C. C.; CARVALHO, S.; GALVANI, D. P.; JOCHIMS, M. H.; WOMMER, T. P. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros alimentados com dietas que contêm diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 215-221, 2006.
- CARVALHO, S.; BROCHIER, M. A.; PIVATO, J.; VERGUEIRO, A.; TEIXEIRA, R. C.; KIELING, R. Desempenho e avaliação econômica da alimentação de cordeiros confinados com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1411-1417, 2007.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; CUNHA, M.; DETMANN, K. S. C.; PAULINO, M. F. Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 130-138, 2009.

FONTENELE, R. M.; PEREIRA, E. S.; CARNEIRO, M. S. S.; PIMENTEL, P. G.; CÂNDIDO, M. J. D.; REGADAS FILHO, J. G. L. Consumo de nutrientes e comportamento ingestivo de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com rações com diferentes níveis de energia Metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 6, p.1280-1286, 2011.

FORBES, J. M. The multifactorial nature of food intake control. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 2, p. 139-144, 2003.

GERON, L. J. V.; MEXIA, A. A.; CRISTO, R. L.; GARCIA, J.; CABRAL, L. S.; TRAUTMANN, R. J. MARTINS, O. S.; ZEOULA, L. M. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e características ruminais de cordeiros alimentados com níveis crescentes de concentrado em ambiente tropical no Vale do Alto Guaporé – MT. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2497-2510, 2013.

GORDON, H. McL; WHITLOCK, A.V. A new technique for counting nematode eggs in sheep feces. **Journal Council Scientific Industry Research Australia**, Sydney, v. 12, n. 1, p. 50-52, 1939.

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethyleneglicol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 3, p. 933-944, 1991.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, J. L. S.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O; MAGNABOSCO, C. U. **Sistema santa fé – tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Circular Técnica, 38).

MARTIN, N. B.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários CUSTRAGRI. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 7-28, 1998.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, B. E. N. de; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.



MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; LEÃO, A. G.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREZ, H. L.; ROSSI, R. C. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 853-860, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of sheep**. New York: National Academy, 1985. 99 p.

PELL, A. N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, Telluride, v. 76, n. 4, p. 1063-1073, 1993.

SANTOS, L. E.; CUNHA, E. A.; BUENO, M. S. Alimentação de ovinos: atualidades na produção ovina em pastagens. In: SIMPÓSIO PAULISTA OVINOCULTURA E ENCONTRO INTERNACIONAL OVINOCULTORES, 5., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1999. p. 35-50.

SAS. Institute Inc– Statistical Analysis System Institute. **Statistical Analysis System**. Version 9.1.3. Cary: (NC): SAS Institute Inc., 2002-2003.

SILVA, R.R; SILVA, F.F; CARVALHO, G.P. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês x zebu confinadas. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 54, n. 205, p. 76, 2005.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 235 p.

SILVA, V. P.; ALMEIDA, F. Q.; MORGADO, E. S.; FRANÇA, A. B.; VENTURA, H. T.; RODRIGUES, L. M. Digestibilidade dos nutrientes de alimentos volumosos determinada pela técnica dos sacos móveis em eqüinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 82-89, 2009.

SILVA, M. R. H.; NEUMANN, M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: conceitos e importância na nutrição de ruminantes. **FAZU em Revista**, Uberaba, v. 9, n. 1, p. 69-84, 2012.

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

SOUZA, J. L.; GUIMARÃES, G. P.; FAVARATO, L. F. Desenvolvimento de hortaliças e atributos do solo com adubação verde e compostos orgânicos sob níveis de N. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n.1. p. 19-26, 2015.

WARNER, A. C. I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutrition Abstracts and Reviews (series "B")**, Oxfordshire, v. 51, n. 12, p. 789-975, 1981.

WELCH, J. G. Physical parameters of fiber affecting passage from the rumen. **Journal for Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 2750-2754, 1986.

YANG, W. Z.; BEAUCHEMIN, K. A. Increasing the physically effective fiber content of dairy cow diets may lower efficiency of feed use. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 7, p. 2694-2704, 2006.

### 3 POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DE DIETAS CONTENDO SILAGENS DE MILHO CONSORCIADO PARA CORDEIROS EM CONFINAMENTO

**Potential of greenhouse gas production and *in vitro* digestibility of diets with corn silages in consortium for lambs in feedlot**

#### RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar o consumo, a digestibilidade *in vitro* dos nutrientes e o potencial de produção dos gases de efeito estufa, de dietas contendo silagens provenientes do sistema de integração lavoura-pecuária, na terminação de cordeiros em confinamento. Foram utilizados 24 cordeiros machos não castrados ½ Dorper ½ Santa Inês, com idade média de 2 meses e aproximadamente 17 kg. As dietas experimentais foram isoproteicas (18% PB na matéria seca) e fornecidas na relação volumoso:concentrado 40:60 e denominadas de tratamentos: silagem de milho exclusivo, silagem de milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e silagem milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão. A dieta contendo silagem de milho em consórcio com Marandu e guandu-anão proporcionou aumento do consumo de proteína bruta (kg/dia) em relação a silagem de milho (0,273 e 0,238, respectivamente). Não houve variação no consumo de nutrientes e na digestibilidade das dietas contendo silagem de milho e silagem de milho em consórcio com Marandu. A digestibilidade da proteína bruta na dieta contendo silagem de milho, Marandu e guandu-anão foi superior às demais dietas observadas. O potencial de produção de gases de efeito estufa, foi inferior para as dietas contendo as silagens de milho em consórcio, principalmente no consórcio de milho com Marandu e guandu-anão, que reduziu a emissão de metano e dióxido de carbono em 37,86 e 28,05%, respectivamente. A utilização de silagens provenientes do sistema de integração lavoura-pecuária, na dieta de cordeiros em confinamento, proporciona melhor consumo de nutrientes e menor produção dos gases CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> entérico.

**Palavras-chave** - Leguminosa. Metano. Ovinos. Milho.

## ABSTRACT

The aimed of this study was to evaluate the intake and digestibility *in vitro* of nutrients and the production potential of gases, methane (CH<sub>4</sub>) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), in diets containing silage from the integration crop-livestock system (ILP), in the termination lambs. 24 lambs were used uncastrated Dorper ½ ½ Santa Inês, with an average age of 2 months and about 17 kg. The experimental diets were isoproteic (18% crude protein in the dry matter) and provided the forage: concentrate ratio 40:60 and called treatments: exclusive silage corn, corn silage in consortium with *Urochloa brizantha* cv. Marandu and silage in consortium with *Urochloa brizantha* cv. Marandu and pigeon pea. The diet containing corn silage in consortium with Marandu and pigeon pea provided increased crude protein intake (kg/day) compared to corn silage (0,273 and 0,238, respectively). There was no variation in nutrient intake and digestibility of diets containing corn silage and corn silage in consortium with Marandu. The digestibility of crude protein in the diet containing corn silage, Marandu and pigeon pea was superior to other diets observed. The potential production of greenhouse gases, was lower for diets containing corn silage in consortium, especially in consortium with Marandu and pigeon pea, which reduced the emission of methane and carbon dioxide in 37,86 and 28,05%, respectively. The use of silage from the crop-livestock integration system, in the diet of feedlot lambs, provides better nutrient intake and lower production of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> enteric emissions.

**Keywords-** Legume. Methane. Sheep. Corn.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A busca por sistemas de produção eficientes, que reduzam a emissão de gases de efeito estufa por unidade de produto, tem sido uma das perspectivas da pecuária mundial. É importante destacar que essas perspectivas estão relacionadas à redução da idade de abate e ao melhor aproveitamento do alimento (BEAUCHEMIN et al., 2008).

Além da contribuição do metano (CH<sub>4</sub>) para o efeito estufa, a produção deste gás representa perda energética de 2 a 12% da energia bruta consumida (JOHNSON; JOHNSON, 1995). A produção de CH<sub>4</sub> pelos ruminantes é decorrente da fermentação anaeróbica que ocorre durante o metabolismo de carboidratos,

efetuado pela população de microrganismos presentes no rúmen. Estes convertem os carboidratos em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), formando principalmente acetato, propionato e butirato, com conseqüente produção de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e  $\text{CH}_4$  em maior ou menor quantidade, dependendo das concentrações dos AGCC produzidos.

Almeida e Medeiros (2013), comentaram que quanto maior o nível de produção, menor a porcentagem da energia perdida como  $\text{CH}_4$ . Animais com baixas taxas de ganho de peso ou até mesmo com perda de peso, implica na produção de gases de efeito estufa com menor eficiência de produção, elevando a emissão de metano ( $\text{CH}_4$ ) por quilograma de carne produzido.

Diversos estudos estão sendo direcionados para a adoção de estratégias de mitigação de metano no sistema de produção de carne com o objetivo de não comprometer o desempenho animal (RIVERA, 2010; PIRES, 2011; RIGOBELLO et al., 2014; NEUMANN et al., 2015).

A recuperação de pastagens degradadas pelo sistema de integração lavoura-pecuária, traz benefícios econômicos e produtivos devido à melhora no valor nutritivo da forragem (DIAS-FILHO, 2014). Além de auxiliar no aumento da taxa de lotação (UA/ha), diminuindo a emissão de gases de efeito estufa por área, permite a produção de volumosos de qualidade (forragem e silagem) que podem melhorar a eficiência de utilização pelo animal e reduzir o potencial de produção de  $\text{CH}_4$  e  $\text{CO}_2$  entérico.

A manipulação da fermentação ruminal em ruminantes pode ser conseguida através do uso de leguminosa na dieta e reduzir a produção de  $\text{CH}_4$ . Isto porque a amônia ( $\text{NH}_4$ ), resultante da degradação de proteínas, pode combinar com o  $\text{CO}_2$ , que é substrato para a produção de  $\text{CH}_4$ , resultando em menor produção. Neste contexto, a associação de gramíneas com leguminosas em sistema de integração lavoura-pecuária para a produção de silagem, pode ser uma alternativa para melhorar a qualidade do volumoso e os padrões fermentativos do rúmen. Possenti et al. (2008) observaram que a adição de leguminosa associada a gramínea na dieta de ruminantes, demonstrou melhor padrão de fermentação no rúmen de bovinos.

Objetivou-se com este estudo avaliar o consumo, a digestibilidade *in vitro* dos nutrientes e o potencial de produção dos gases, metano e dióxido de carbono, de dietas contendo silagens de milho em consorcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão, na terminação de cordeiros em confinamento.

### 3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Ovinocultura e Caprinocultura da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista (UNESP), localizada no município de Ilha Solteira, estado de São Paulo (20°22'S e 51°22'W, altitude de 335m), de acordo com as normas da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob Protocolo N° 07/2014/CEUA.

Para a determinação do consumo voluntário de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) foram utilizados 24 cordeiros machos não castrados ½ Dorper ½ Santa Inês, com idade média de 2 meses e peso corporal inicial de aproximadamente 17 kg. Os animais foram mantidos em galpão coberto com piso de terra batida em gaiolas de madeira individuais (0,87 m<sup>2</sup>) de piso ripado, equipadas com comedouros individuais e bebedouros coletivos, onde permaneceram até atingirem 35 kg de peso corporal.

As três dietas experimentais isoproteicas (18% PB/MS) foram formuladas de acordo com o NRC (1985) e fornecidas na relação volumoso:concentrado 40:60 e denominadas: silagem de milho (SM), silagem de milho em consorcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu (SMU) e silagem de milho em consorcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão (SMUG). A composição bromatológica das silagens e das dietas estão apresentadas na Tab. 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1-** Composição química e bromatológica (%MS) das silagens.

Variável (%)	Silagens		
	SM	SMU	SMUG
Matéria seca original	43,49	42,13	46,41
Fibra insolúvel em detergente neutro	30,73	32,44	43,25
Fibra insolúvel em detergente ácido	17,46	19,03	28,05
Lignina	1,49	3,30	3,61
Proteína bruta	7,50	7,90	7,30
Extrato etéreo	3,92	3,88	3,38
Cinzas	3,68	3,68	5,15
Carboidrato não fibroso	54,17	52,10	40,92
Nutrientes digestíveis totais	70,97	70,26	65,75

SM = silagem de milho exclusivo, SMU= silagem de milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, SMUG = silagem de milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão

No período experimental, os animais receberam duas refeições diárias, as 6:30 e as 16:00 horas. O volumoso e o concentrado ofertados foram pesados separadamente e misturados no momento do fornecimento, em cada uma das refeições, registrando-se as sobras no dia seguinte, admitindo-se 10% de sobras.

**Tabela 2-** Ingredientes e composição nutricional (% MS) das dietas experimentais contendo as diferentes silagens.

	Dietas		
	SM	SMU	SMUG
<b>Ingredientes (%)</b>			
Silagem	40,00	40,00	40,00
Farelo de soja	18,00	18,00	18,00
Grão de milho moído	35,00	35,00	35,00
Melaço	3,00	3,00	3,00
Ureia	1,50	1,50	1,50
Núcleo mineral <sup>(1)</sup>	2,50	2,50	2,50
<b>Nutrientes (%)</b>			
Fibra em detergente neutro	24,10	24,78	29,11
Proteína Bruta	18,25	18,41	18,17
Extrato etéreo	3,76	3,75	3,55
Matéria mineral	6,21	6,20	6,79
Carboidrato não fibroso	43,68	42,87	38,38
Nutrientes digestíveis totais	73,74	73,45	71,65

SM = silagem de milho exclusivo, SMU= silagem de milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, SMUG = silagem de milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão. <sup>(1)</sup> Núcleo mineral (nutrientes por quilograma de produto): cálcio 155g; fósforo 65g; enxofre 12g; magnésio 6g; sódio 115g; cobalto 175mg; cobre 100mg; ferro 1.000mg; flúor 650mg; iodo 175mg; manganês 1.400mg; níquel 42mg; selênio 27mg; zinco 6.000mg.

As determinações das produções dos gases CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> *in vitro* foram realizadas utilizando-se a metodologia proposta por Gastaldi (2003) adaptada para ovinos que consiste em três etapas. A primeira etapa consiste no preparo da amostra: antes da alimentação foram coletados aproximadamente 500 mL do conteúdo ruminal de cada animal, filtrados em tecido de náilon (100 µm) e

misturados, formando, assim, um ambiente homogêneo. Em frascos de vidro com capacidade de 60 mL, foram adicionados 30 mL da solução tampão + líquido ruminal (proporção 2:1) contendo 0,2 g de amostras de cada dieta experimental previamente adicionada para servir como substrato para a fermentação microbiana, sendo realizadas também a incubação de três bancos, contendo apenas o líquido ruminal, sem amostra de ingrediente. A segunda etapa é a de produção e armazenamento dos gases: os frascos de vidro contendo as amostras e o líquido ruminal foram mantidos por 24 horas em banho-maria à temperatura de 39°C. A terceira etapa é a da análise qualitativa e quantitativa do gás produzido: foi colhida uma alíquota diretamente dos recipientes com o auxílio de uma seringa plástica com válvula, com capacidade de 1,0 mL, sendo imediatamente injetada em cromatógrafo gasoso Trace GC Ultra da Thermo Scientific, equipado com detector de ionização de chama, utilizando-se o argônio como gás de arraste com fluxo de 25 mL por minuto e a temperatura do forno de 70°C. A calibração foi realizada com uma mistura padrão de gases CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>. As áreas dos picos foram integradas utilizando-se o software Chromquest 5.0. A conversão da pressão em volume de gás foi realizada utilizando a fórmula (THEODOROU et al., 1994):

$$V_x = V_j \times P_{psi} \times 0,068, \text{ em que:}$$

$V_x$  = volume de gás a 39°C, em mL;

$V_j$  = espaço entre a solução e a tampa de cada frasco, em mL;

$P_{psi}$  = pressão cumulativa observada após o período de incubação

O material restante no frasco foi transferido para sacos de náilon (50 µm, 6 x 12 cm) e lavados em água corrente. Os sacos foram acondicionados em estufa de ventilação forçada a 60-65°C durante 48 horas, para cálculo da degradabilidade determinada com base na cinética da produção de gases.

O preparo dos inóculos para a digestibilidade foi realizado de acordo com Tilley e Terry (1963). Para determinação da digestibilidade *in vitro* foi utilizada a metodologia da Incubadora *in Vitro* MA443/E (Marconi®, Piracicaba, Brasil).

A solução tampão foi preparada em recipientes pré-aquecidos (39°C). A solução A (g/litro) composta por: 10,0 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 0,5 g MgSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O; 0,5 g NaCl; 0,1 g CaCl<sub>2</sub>\*2H<sub>2</sub>O e 0,5 g uréia, e a solução B (g/100mL): 15,0 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; 1,0 g



Na<sub>2</sub>S\*9H<sub>2</sub>O. As soluções foram misturadas adicionando-se cerca de 266 mL de solução B para 1330 mL de solução A (relação 1:5), a um pH final de 6,8 e temperatura de 39°C. Adicionaram-se cerca de 1600 mL de mistura combinada de A/B para cada jarro da Incubadora *in vitro*.

As dietas foram moídas em moinho de faca provido de peneira, com crivos de 2 mm e pesados em triplicada, contendo 0,25 g de amostra por sacos de tecido não tecido (TNT-100), com medidas 6 x 6 cm e selados a quente. Em seguida, os sacos foram acondicionados nos jarros da Incubadora *in vitro* que continham inoculo (400 ml), 1600 ml de solução tampão e 25 sacos de TNT, sendo então incubados por 48 horas e temperatura de 39°C.

Ao término deste período, os jarros foram drenados e os sacos de TNT foram lavados no próprio jarro, cinco a seis vezes com água destilada, e o gás contido nos sacos foi removido com delicada pressão das mãos sobre os mesmos e colocados em estufa a 105 °C por 12 horas para secagem.

Os sacos foram pesados com os resíduos para se determinar a matéria seca (MS) e o coeficiente de digestibilidade *in vitro* da MS, tendo sido calculados pela diferença do alimento incubado e pelo resíduo, após a incubação, através da fórmula:

$$\text{DIVMS} = ((\text{MS do alimento incubado} - \text{MS do resíduo}) / \text{MS do alimento incubado}) \times 100$$

As dietas foram analisadas para obtenção dos teores da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), conforme as metodologias descritas por (SILVA; QUEIROZ, 2006).

Para as avaliações e comparações da produção de CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>, digestibilidade e degradabilidade entre os as dietas, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições para cada dieta avaliada (tratamento). A avaliação do consumo foi realizada através do delineamento em blocos casualizados, sendo que os animais foram blocados de acordo com o peso corporal e distribuídos aleatoriamente em três tratamentos (dietas). Os dados foram submetidos à análise de variância, com auxílio do pacote estatístico Statistical Analysis System 9.0 (SAS, 2002). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias do consumo (kg/dia) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), encontram-se na Tabela 3. O consumo de MS, expressos em kg/dia, foi afetado ( $P<0,05$ ) pelas dietas com diferentes silagens, sendo o maior consumo obtido pela dieta contendo silagem de milho em consorcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão (SMUG).

**Tabela 3** - Consumo e digestibilidade *in vitro* dos nutrientes das dietas contendo as diferentes silagens.

Variável	Dietas			Dms	CV (%)
	SM	SMU	SMUG		
Consumo (kg/dia)					
MS	1,309 b	1,439 ab	1,505 a	0,163	9,09
MO	1,23 b	1,35 ab	1,40 a	0,152	9,10
PB	0,238 b	0,264 ab	0,273 a	0,030	9,09
FDN	0,558	0,617	0,577	0,068	9,16
Digestibilidade (%)					
MS	88,76 ab	91,18 a	85,67 b	3,56	3,21
MO	91,11 ab	93,02 a	88,60 b	2,83	2,47
PB	83,13 b	81,49 b	87,72 a	3,80	3,58
FDN	70,43	68,93	67,66	3,54	4,08

Letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. dms= diferença mínima significativa. CV = coeficiente de variação. SM = silagem de milho exclusivo, SMU= silagem de milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, SMUG = silagem de milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão. Fonte: elaboração do próprio autor.

O consumo de MS é importante no desempenho de ovinos em confinamento e pode ser considerado determinante no aporte de nutrientes necessários para o atendimento das exigências de manutenção e de ganho de peso dos animais (YAMAMOTO et al., 2007). Neste trabalho, o maior consumo de MS da dieta contendo SMUG também proporcionou maior consumo de nutrientes em relação a dieta contendo silagem de milho (Tab. 3).

Os valores observados para o consumo de MS e PB (Tab. 3) foram superiores ao estimado por Cabral et al. (2008), 1,210 e 0,174 kg/dia, respectivamente, para um ganho médio diário de 300g/dia. Não houve variação ( $P>0,05$ ) para o consumo de FDN (kg/dia), entre os animais alimentados com as diferentes dietas, registrando-se valor médio de 0,594 kg/dia. O consumo de PB ( $P<0,05$ ) da dieta contendo SM como volumoso, foi inferior a dieta contendo SMUG e pode ser explicado pelo menor consumo de MS e menor digestibilidade da PB neste volumoso (Tab. 3).

O consumo de nutrientes de dieta contendo silagem de milho, segundo resultados observados por Moreira et al. (2001), apresentaram valores para proteína bruta e fibra insolúvel em detergente neutro (g/dia) de 43,12 e 447,88, respectivamente, inferiores aos encontrados neste trabalho (Tab. 3). Moreno et al. (2010) também obtiveram resultados inferiores para os parâmetros de consumo de matéria orgânica, proteína bruta e fibra insolúvel em detergente neutro de 846,85; 172,28 e 184,87 g/dia, respectivamente.

A substituição da SM pela SMU na dieta não alterou ( $P>0,05$ ) a digestibilidade *in vitro* da MS, MO, PB e FDN, ao passo que a inclusão do guandu-anão (SMUG) reduziu ( $P<0,05$ ) a digestibilidade da MS e MO em relação à dieta contendo SM (Tab. 3). A digestibilidade da FDN, no entanto, não diferiu ( $P>0,05$ ) entre as dietas analisadas, embora em comparação as demais silagens, a inclusão da leguminosa (SMUG) tenha promovido redução na digestibilidade de quase todos os nutrientes avaliados, exceto para a PB, que promoveu um aumento ( $P<0,05$ ).

De acordo com Varga et al. (1998), a leguminosa, em um menor tempo de retenção ruminal, pode ter maior digestibilidade da MS devido ao seu conteúdo de FDN, mesmo que este apresente menor digestibilidade. Esta redução pode estar associada, geralmente, a presença de ligninas condensadas e em maior quantidade, para um mesmo estágio de maturidade, do que às encontradas em gramíneas (GRENET; BESLE, 1991). No entanto, no presente estudo, o teor de FDN da silagem contendo leguminosa (SMUG) foi superior quando comparado a SM e SMU (Tab. 1). O maior teor de FDN da SMUG pode ter sido a causa da redução na digestibilidade da MS da dieta.

Na tabela 4 estão os resultados da produção de gases, pH e degradabilidade. A utilização da dieta contendo SM promoveu maior produção de gases metano ( $CH_4$ ) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ) entérico por grama de MS, seguido pelas dietas

contendo SMU e SMUG. O mesmo resultado foi obtido para a produção de CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>, expressos em grama de MS degradada. Nogueira et al. (2006), que estudaram dietas a base de silagem de milho, concentrado comercial e milho em grão, encontraram valores superiores ao deste estudo, para produção de CH<sub>4</sub>, de 174, 221 e 284 ml, respectivamente.

**Tabela 4** - Médias das produções de metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) entérico das dietas experimentais.

Variável (%)	Dietas			dms	CV (%)
	SM	SMU	SMUG		
CH <sub>4</sub> mL/g MS	33,65 a	27,82 b	20,91 c	5,10	14,74
CO <sub>2</sub> mL/g MS	156,10 a	137,16 b	112,31 c	9,94	5,83
CO <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub>	4,65	5,00	5,90	1,70	26,08
CH <sub>4</sub> mL/g MS degradada	41,37 a	30,43 b	24,36 c	5,90	14,59
CO <sub>2</sub> / mL/g MS degradada	215,26 a	168,32 b	146,81 c	13,00	5,83
CH <sub>4</sub> g/animal/dia	28,79 a	25,90 a	19,56 b	4,02	9,63
CO <sub>2</sub> g/animal/dia	404,40 a	389,90 a	334,11 b	22,17	9,39
CH <sub>4</sub> g/kg PV <sup>(1)</sup> ganho	83,32 a	81,62 ab	66,27 b	16,98	16,38
CO <sub>2</sub> g/kg PV ganho	1170,00	1228,94	1131,03	107,26	16,46
pH	6,37 a	6,29 b	6,34 ab	0,04	0,55
Degradabilidade	77,44 c	87,55 a	82,19 b	4,56	4,39

Letras distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. dms=diferença mínima significativa. CV = coeficiente de variação. SM = silagem de milho exclusivo, SMU= silagem de milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, SMUG = silagem de milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão. <sup>(1)</sup> Peso vivo. Fonte: elaboração do próprio autor.

Pode-se observar que o consumo (Tab. 3) foi inversamente proporcional a produção de gases (Tab. 4). Zotti e Paulino (2009) explicaram que emissões de CH<sub>4</sub> comparadas a diferentes digestibilidades apresentam um elevado grau de variação, visto que esse fator é dependente da composição e nível de consumo da dieta. Quando é fornecido alimento em baixos níveis de consumo, a emissão de CH<sub>4</sub> aumenta à medida que aumenta a digestibilidade, enquanto que com o consumo elevado as emissões de CH<sub>4</sub> caem com o aumento da digestibilidade. Os autores

ainda comentam que quanto maior a ingestão acima da manutenção, ou quanto maior o nível de produção (ganho de peso), menor será o CH<sub>4</sub> emitido por unidade de produto e assim, maior a eficiência em relação ao CH<sub>4</sub>.

Não houve variação ( $P>0,05$ ) para a relação CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> entre os tratamentos (Tab. 4). Isto pode ser explicado pelo fato relatado por Miller (1995) que embora o acetato seja um importante substrato para a produção de CH<sub>4</sub>, é pouco as metanogênicas que utilizam o grupo metil do acetato para este fim, sendo o H<sub>2</sub> e o CO<sub>2</sub> os substratos mais importantes.

O pH variou de 6,29; 6,34 e 6,37 para SMU, SMUG e SM, respectivamente, considerados dentro da faixa ótima (5,5 a 6,8) para o ambiente ruminal (Tab. 4). O pH ótimo para a produção de metano é de 6,0 a 6,5, que corresponde bem ao pH natural do rúmen, próximo a neutralidade, essa produção pode ser diminuída pela alteração do pH ruminal de acordo com o substrato oferecido ao animal, pois modifica a comunidade de microrganismos colonizadores do rúmen (POULSEN; JENSEN; ENGEBERG, 2012). As estimativas de emissão CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>, expressos em g/animal/dia, mostram que o confinamento de cordeiros alimentados com SMUG, produz menos ( $P<0,05$ ) CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> entérico. O mesmo resultado para a produção de CH<sub>4</sub>, expresso em g/kg de PV ganho, pode ser observado.

A maior degradabilidade ( $P<0,05$ ) da dieta contendo SMU está de acordo com os valores observados para a digestibilidade (Tab. 3). Deve-se levar em consideração que a degradabilidade está relacionada com a digestão e fermentação da MS e a digestibilidade *in vitro* com a digestão e absorção (ZEOULA et al., 2014). Sendo assim, possivelmente os outros componentes (PB e FDN) tiveram altas taxas de degradação, o que explicaria a elevada taxa de degradação da MS.

De acordo com Montenegro e Abarca (2000), ruminantes alimentados com dietas contendo leguminosas apresentam melhoras nos parâmetros produtivos com uma diminuição nas produções de metano. A utilização de silagem de milho em consórcio com Marandu e guandu-anão (SMUG) reduziu a emissão de metano e dióxido de carbono em 37,86 e 28,05%, respectivamente, quando comparada a silagem de milho (SM). A redução na emissão de metano para a dieta contendo leguminosa neste estudo foi superior ao encontrado por Possenti et al. (2008), os quais avaliaram a adição de *Leucaena leucocephala* associada ao capim *Cynodon dactylon* cv. coast-cross na dieta de bovinos mestiços e observaram redução de 12,3% na emissão de metano.

### 3.4 CONCLUSÃO

Houve melhoria da digestão fermentativa do rúmen através da dieta contendo silagem de milho, Marandu e guandu-anão (SMUG), proporcionando aumento do consumo voluntário de matéria seca e proteína.

As silagens provenientes do consórcio do milho com Marandu e/ou guandu-anão (SMU e SMUG) na dieta de cordeiros, reduzem a produção de metano e dióxido de carbono entérico, podendo ser recomendadas como volumosos para a terminação em confinamento.

### REFERÊNCIAS

CABRAL, L. S.; NEVES, E. M. O.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ABREU, J. G.; RODRIGUES, R. C.; SOUZA, A. L.; OLIVEIRA, I. S. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 3, p. 529-542, 2008.

DIAS-FILHO, M. B. Estratégias de recuperação de pastagens na Amazônia. In: DIAS-FILHO, M. B. **Intensificação da produção animal em pastagens**, 3, Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 9-14.

GASTALDI, K.A. **Produção *in vitro* de metano, dióxido de carbono e oxigênio utilizando líquido ruminal de bovinos alimentados com diferentes rações**. 2003.104 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GRENET, E.; BESLE, J. M. Microbes and fibre degradation. In: JOUANY, J. P. **Rumen microbial metabolism and ruminant digestion**. Paris: INRA Editions, 1991. p. 107-129.

McDOUGALL, E.I. Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. **Biochemistry Journal**, Nashville, v. 43, n. 1, p.99-109, 1948.

MILLER, T. L. Ecology of methane production and hydrogen sink in the rumen. In: ENGELHARDT, W. V. et al. (Ed.). **Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction**. Stuttgart: Pretória, 1995. p. 317-332.

MONTENEGRO, J.; ABARCA, S. Fijación de carbono, emisión de metano y de óxido nítrico en sistemas de producción bovina em Costa Rica. In: SEMINARIO INTENSIFICACIÓN DE LA GANADERIA EM CENTROAMÉRICA - BENEFÍCIOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES, 1, Turrialba, 2000. **Intensificación de la Ganadería en Centroamérica**, Turrialba: Nuestra Tierra, 2000. 334 p.

MOREIRA, A. L.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C.; CAMPOS, J. M. S.; MORAES, S. A.; ZERVOUDAKIS, J. T. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes da silagem de milho e dos fenos de alfafa e de capim-coastcross, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p.1 099-1105, 2001.

MORENO, G. M. B.; SOBRINHO, A. G. S.; LEÃO, A. G.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREZ, H. L. Rendimentos de carcaça, composição tecidual e musculosidade da perna de cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar em dois níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 3, p. 686-695, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep**. New York: National Academy, 1985. 99 p.

NEUMANN, M.; BONATO, D.V.; UENO, R.K.; FIGUEIRA, D.N.; LEÃO, G.F.M.; SILVA, M.R.H.; HULSE, J.; BRANCO, M.P.D.F. Fornecimento de leveduras vivas para novilhos Holandeses em confinamento com dieta 100% concentrada. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Candido Rondon, v. 14 n. 1, p. 300-304, 2015. Suplemento 15.

NOGUEIRA, U. T.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C. Comparação de substratos com diferentes quantidades de carboidratos solúveis utilizando a técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 4, p. 633-641, 2006.

PIRES, L.C.B. Utilização de leveduras na alimentação de ruminantes. **Cadernos de Pós-graduação da FAZU**, Uberaba, v. 2, n. 1, p. 1-8 2011.

POULSEN, M.; JESEN, B. B.; ENGBERG, R. M. The effect of pectin, corn and wheat starch, inulin and pH on *in vitro* production of methane, short chain fatty acids and on the microbial community composition in rumen fluid. **Anaerobe**, Nashville, v. 18, n. 1, p. 83-90, 2012.

POSSENTI, R. A.; FRANZOLIN, R.; SCHAMMAS, E. A.; DEMARCHI, J. J. A. A.; FRIGHETTO, R. T. S.; LIMA, M. A. Efeitos de dietas contendo *Leucaena leucocephala* e *Saccharomyces cerevisiae* sobre a fermentação ruminal e a emissão de gás metano em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. .8, p. 1509-1516, 2008.

RIGOBELLO, E. C.; PEREIRA, M. C. S.; VICARI, D. V. F.; MILLEN, D. D. Utilização de probiótico e monensina sódica sobre o desempenho produtivo e características de carcaça de bovinos Nelore terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 15, n. 2, p. 415-424, 2014

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**, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 617-624, 2010.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 235 p.

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

THEODOROU, M. K. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feed. **Animal Feeding Science Technology**, Amsterdã, v. 48, n. 1, p. 185-197, 1994.

VARGA, G. A.; DANN, H. M.; ISHLER, V. A. The use of fiber concentrations for formulation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 11, p. 3063-3074, 1998.

ZEOULA, L. M.; PRADO, O. P. P.; GERON, L. J. V.; BELEZE, J. R. F.; AGUIAR, S. C.; MAEDA, E. M. Digestibilidade total e degradabilidade ruminal in situ de dietas volumosas com inclusão de ionóforo ou probiótico para bubalinos e bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2063-2076, 2014.

ZOTTI, C. A.; PAULINO, V. T. **Metano na produção animal: emissão e minimização de seu impacto**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, 2009. 29 p.

YAMAMOTO, S. M. et al. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduos de peixe. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1131-1139, 2007.



#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O sistema de integração lavoura-pecuária forneceu alimento de qualidade e aumentou a produtividade animal. A utilização de animais capazes de apresentar melhores ganhos diários de peso vivo, em confinamento, aliado a este sistema pode ser eficiente tanto economicamente quanto ambientalmente, diminuindo a taxa de emissão de metano.

A intensificação da produção de carne com a integração lavoura-pecuária pode diminuir a produção de gases de efeito estufa por quilo de carne produzida.