

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR ALIMENTÍCIO
DAS SILAGENS DE MILHO E SOJA EM MONOCULTIVO E
CONSORCIADAS, AVALIADOS EM OVINOS EM TERMINAÇÃO

Autora: Dheyne Cristina Bolson
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR ALIMENTÍCIO
DAS SILAGENS DE MILHO E SOJA EM MONOCULTIVO E
CONSORCIADAS, AVALIADOS EM OVINOS EM TERMINAÇÃO

Autora: Dheyne Cristina Bolson
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim

Tese apresentada, como parte das exigências
para obtenção do título de DOUTORA EM
ZOOTECNIA, no Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia da Universidade
Estadual de Maringá - Área de Concentração
Pastagens e Forragicultura

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR, Brasil)

B693c Bolson, Dheyne Cristina
Características agronômicas e valor alimentício das silagens de milho e soja em monocultivo e consorciadas, avaliados em ovinos em terminação / Dheyne Cristina Bolson. -- Maringá, PR, 2018. xix, 64 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2018.

1. Consórcio entre culturas. 2. Silagem de milho. 3. Silagem de soja. 4. Silagem - Produção. 5. Cordeiro - Alimentação. I. Jobim, Clóves Cabreira, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 23.ed. 636.0862

Márcia Regina Paiva de Brito – CRB-9/1267




UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR
ALIMENTÍCIO DAS SILAGENS DE MILHO E SOJA EM
MONOCULTIVO E CONSORCIADAS, AVALIADAS EM
OVINOS EM TERMINAÇÃO


Autora: Dheyme Cristina Bolson
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim

TITULAÇÃO: Doutora em Zootecnia - Área de Concentração Pastagens e
Forragicultura

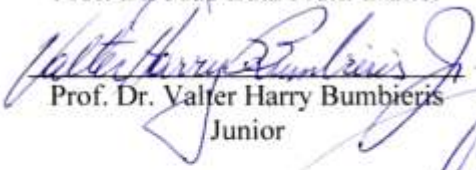
APROVADA em 26 de fevereiro de 2018.



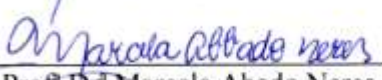
Prof. Dr. João Luiz Pratti Daniel



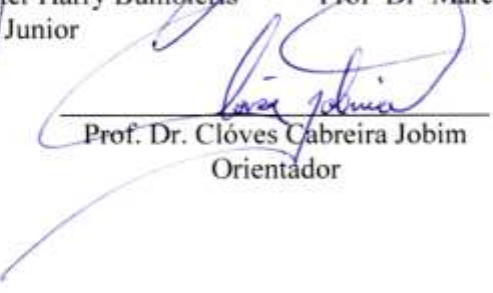
Prof. Dr. Henrique Leal Perez



Prof. Dr. Valter Harry Bumbieris
Junior



Prof. Dr. Marcela Abado Neres



Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim
Orientador

Não importa o que fizeram com você.

O que importa é o que você faz com aquilo que fizeram com você.

(Jean Paul Sartre)

À

minha mãe, Ivorete, pela dedicação, zelo e conforto em tantos momentos de ansiedade e desânimo.

À

minha irmã, Letícia, pela força, incentivo, confiança, parceria e conselhos infinitos.

Aos

amigos conquistados que passam a ser família, dedicam-se de coração e compreendem tantos momentos de ausência.

Do fundo do coração,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Talvez essa seja a página mais difícil de ser escrita! Se ela está sendo é porque consegui! Acabou! O orgulho por tudo isso transborda do meu coração e se transforma em sorriso, alívio, felicidade e extrema gratidão por cada pessoa que pude encontrar nesses anos. Meus sinceros agradecimentos:

A Deus, por cada súplica e prece atendida! Cada lição aprendida independente da desejada. Pela força diária de persistir e conseguir.

À minha mãe, Ivorete, que faltam palavras para agradecer! Pelo carinho, que muitas vezes sem saber como ajudar apenas ouvia e dizia palavras de incentivo! Sempre será minha inspiração! Ao meu pai, Soel, pelas poucas, mas significantes palavras que sempre fizeram total diferença. Obrigado por acreditarem!

À minha irmã, Letícia, por cada abraço, risada e crise de ansiedade que passamos juntas! Você sempre será um pedaço do meu coração! Sem esquecer do meu cunhado, Luciano, e seus churrascos e “ditados” maravilhosos!

A toda família, tios, tias e primos, minha infinita gratidão por cada abraço, incentivo e prece! Em especial, aos meus avós, Danir e Severino (*in memoriam*), por toda ajuda, carinho e acolhimento! Por cada pudim que me levava ao céu! Sei que também estará comemorando essa vitória Vô, saudades infinitas!

Ao meu companheiro, Elton, por tantas alegrias, ajuda incondicional e “memes”! Por aguentar tantos momentos de estresse e reclamação! Deus realmente sabe quem colocar em nossas vidas!

A todos os professores que fizeram parte dessa trajetória, na UEM e na UFMT! Em especial aos professores Clóves C. Jobim, João Daniel, Antônio F. Branco, Dalton H. Pereira, Valéria Viana e Douglas S. Pina, com toda certeza, foram de essencial importância para profissão e para vida!

Ao Edson Poppi por ceder a propriedade e ajudar de forma primordial para o desenvolvimento desta pesquisa! Aos professores da banca avaliadora, Prof.^a Marcela

Neres, Prof. Valter Bumbieris Junior e Prof. Henrique Perez, por toda consideração e avaliação para a finalização do trabalho.

Aos tantos amigos que participaram dessa conquista, por inúmeros momentos de alegrias, risadas de doer a barriga, rolos e confusões, incontáveis ressacas, decretos e tantos outros que não lembro! Nunca nem vi! Em especial a Lidiane, Fernando, Jailton, Filipe, Naty, Marcelo, “Angelita” e “Afonso” sem vocês não teria conseguido. Cada litrão, dogão, pastel, churrascos e momentos de descontração ficarão eternizados em minha memória! Que grupo hein!

Aos colegas do PPZ, Paulinha, Camila, Bred, Diogo, Pedro, Jéssica, Laura, Fran, Bruna e outros tantos que torcem e entendem a luta diária pela qualificação e defesa.

Aos amigos Gabi e Jamelão, Gui, Karine, Mircéia, Elismar, João, Bia e Eder que mesmo distantes se fazem presentes em momentos importantes e essenciais. Amo vocês! E desses distantes agradeço de forma primordial a Isadora e família, amiga de inúmeras conversas via WhatsApp, conselhos e orações, uma irmã que a vida me deu! A gente se entende por olhares e até pelos “vácuos” nas redes sociais. Meu anjo da guarda em vida! Tudo se torna menos doloroso tendo amigos como você!

Aos amigos, bolsistas e estagiários do GESF, Ana, Maria, Geo, Rafa, Luiz Gustavo, Frota, Felipe, Daise, Leonam, Camila, Mateusinho, Jonhny, Jonatas, Bruno, Ju, Tati, Milene, Kácia, Mábio, Amanda, Saute, Matheus e Antônio, por todo aprendizado e lições para a vida! Podem contar comigo sempre! Vocês são grande parte de tudo isso! O melhor grupo! Em especial, à Vivi pelas horas de laboratório e conversas infinitas, caronas, estudos e fofocas básicas! Amigos que levarei para a vida!

Aos funcionários do laboratório, Ranulfo, Angélica, Augusto e Osvaldo, pela ajuda incondicional, tornando amigos e até família, pois o LANA ou o MESO passam a ser nossa casa também. Entendem cada aflição e torcem sempre por cada conquista. Sentirei saudades! Muito obrigada!

Aos funcionários do PPZ, Betti, Solange, Denilson e Edilma, por toda ajuda com papelada, burocracia, puxões de orelha pelos prazos e afins! Cada “bom dia”, “se cuide”, “toma um café e come um bolo” tornava meus dias mais felizes!

Aos funcionários da fazenda (FEI), pela dedicação com os projetos e conselhos quando tudo parece dar errado! Vilson, Huck, Nelson, Vicente, Toninho e tantos outros que ajudaram imensamente na realização desse trabalho. Obrigada!

À CAPES pela bolsa de estudo e incentivo a pesquisa.

As tantas outras pessoas e colegas que encontrei nesses curtos, mas intensos anos de Maringá, com toda certeza, uns dos melhores anos da minha vida! De alguma forma, cada um de vocês contribuiu ao projeto profissional e de vida!

Com muito carinho e emocionada que deixo o meu **MUITO OBRIGADA!**

BIOGRAFIA

DHEYME CRISTINA BOLSON, filha de Ivorete Montipó e Soel Bolson, nasceu em Sete Quedas, Mato Grosso do Sul, no dia 07 de fevereiro de 1990.

Em março de 2008 ingressou na Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) e, em dezembro de 2012, obteve o título de bacharel em Zootecnia.

Em março de 2013, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela UFMT, em nível de Mestrado, área de concentração Nutrição e Alimentação Animal, realizando estudos na área de Conservação de Forragens.

Em fevereiro de 2015, defendeu sua Dissertação, obtendo o título de Mestre em Zootecnia, pela Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT).

Em março de 2015, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual de Maringá (UEM), em nível de Doutorado, área de concentração Pastagens e Forragicultura, realizando estudos também na área de Conservação de Forragens e Nutrição Animal.

Em dezembro de 2017, submeteu-se ao exame geral de qualificação.

Em fevereiro de 2018, defendeu sua Tese, obtendo o título de Doutora em Zootecnia, pela Universidade Estadual de Maringá (UEM).

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| LISTA DE TABELAS | xi |
| LISTA DE FIGURAS | xiii |
| RESUMO | xiv |
| ABSTRACT | xvi |
| I. INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| 1. Consórcio Forrageiro para Produção de Silagens | 2 |
| 1.1. Silagem Mista de Milho e Soja | 4 |
| 2. Silagem Mista de Gramínea-Leguminosa na Alimentação de Ruminantes | 7 |
| 3. Qualidade da Carne de Cordeiros Confinados | 9 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 11 |
| II. OBJETIVOS GERAIS | 15 |
| III. Produtividade do milho e soja consorciados e conservação das silagens | 16 |
| Resumo | 16 |
| Introdução | 17 |
| Material e Métodos | 18 |
| Resultados e Discussões | 21 |
| Conclusões | 31 |
| Referências Bibliográficas | 32 |
| IV. Desempenho de cordeiros alimentados com silagens de milho e soja em monocultivo e consorciados | 37 |
| Resumo | 37 |
| Abstract | 37 |
| Introdução | 38 |
| Material e Métodos | 39 |
| Resultados e Discussões | 42 |
| Conclusões | 47 |

| | |
|---|----|
| Referências Bibliográficas | 48 |
| V. Silagens de milho e soja em monocultivo e consorciados na qualidade da carne de cordeiros..... | 51 |
| Resumo..... | 51 |
| Abstract | 51 |
| Introdução | 52 |
| Material e Métodos | 53 |
| Resultados e Discussões..... | 55 |
| Conclusões | 59 |
| Referências Bibliográficas | 60 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 63 |
| APÊNDICE..... | 64 |

LISTA DE TABELAS

III. Produtividade do milho e soja consorciados e características fermentativas das silagens

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Características das forragens de milho e soja em monocultivo e consorciados antes da ensilagem. | 20 |
| Tabela 2. Produtividade de matéria verde (MV), matéria seca (MS), grão e MS digestível em ton.ha ⁻¹ das culturas de milho e soja produzidas em monocultivo ou consorciadas. 22 | 22 |
| Tabela 3. Composição química das silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS)..... | 24 |
| Tabela 4. Produtos de fermentação das silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS). | 27 |
| Tabela 5. Estabilidade aeróbia e temperatura acumulada das silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS)..... | 29 |

IV. Desempenho de cordeiros alimentados com silagens de milho e soja em monocultivo e consorciados

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Caracterização das silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e silagem de milho e soja consorciados (SMS). | 40 |
| Tabela 2. Dietas experimentais contendo silagem de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e silagem de milho e soja consorciados (SMS). | 41 |
| Tabela 3. Ingestão de nutrientes em cordeiros alimentados com silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS)..... | 43 |
| Tabela 4. Desempenho de cordeiros alimentados com silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS). | 44 |
| Tabela 5. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS)..... | 45 |

| | |
|--|----|
| Tabela 6. Valores de pH ruminal e parâmetros sanguíneos de cordeiros alimentados com silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS). | 46 |
|--|----|

V. Silagens de milho e soja em monocultivo e consorciados na qualidade da carne de cordeiros

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Dietas experimentais contendo silagem de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e silagem de milho e soja consorciados (SMS). | 54 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| Tabela 2. Efeito das dietas com silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS) nas características da carne de cordeiros. | 55 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| Tabela 3. Valores de L* (luminosidade), a* (vermelho), b* (amarelo), croma e H da carne e da gordura de cordeiros alimentados com dietas contendo silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS). | 56 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| Tabela 4. Antioxidantes (ABTS e DPPH) e oxidação lipídica (TBARS) da carne de cordeiros alimentados com silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS). | 57 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| Tabela 5. Perfil de ácidos graxos (mg.g ⁻¹) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros alimentados com dietas contendo silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS). | 58 |
|---|----|

LISTA DE FIGURAS

III. Produtividade do milho e soja consorciados e características fermentativas das silagens

Figura 1. Precipitação média (mm), temperatura máxima (Tmax) e mínima (Tmin) durante o período experimental de cultivo das culturas. 18

Figura 2. Esquema do arranjo de plantio das culturas em monocultivo e consorciadas. 19

Figura 3. Perdas fermentativas de gases (PGAS), matéria seca (PMS) e matéria seca corrigida (PMScor) das silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS) 28

Figura 4. Valores observados de temperatura para as silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS) durante a exposição aeróbia. 30

Figura 5. Valores observados de pH para as silagens de milho (MS) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS) durante a exposição aeróbia. 30

IV. Desempenho de cordeiros alimentados com silagens de milho e soja em monocultivo e consorciados

Figura 1. Índice de seleção de partículas (%) de cordeiros alimentados com silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS). 46

RESUMO

Objetivou-se avaliar as características produtivas do milho e da soja em monocultivo e consorciados e a qualidade das silagens destas culturas, em relação ao perfil fermentativo, estabilidade aeróbia, desempenho e qualidade da carne de cordeiros em terminação. Em igualdade para todas as avaliações, foram utilizados o híbrido de milho 2B877PW e variedade de soja RR2 Pro®. Para as avaliações produtivas foi utilizado um delineamento inteiramente ao acaso, considerando cinco repetições e três tratamentos: milho em monocultivo, soja em monocultivo e milho e soja consorciados. O arranjo do plantio foi realizado em linhas com 90 e 45 cm de espaçamento para o milho e soja em monocultivo, respectivamente. No consórcio, o plantio da soja foi realizado nas entre linhas do milho e representou 15% na matéria natural da mistura. Com a colheita das culturas, priorizando o ponto de ensilagem do milho (½ da linha do leite), foi realizada a ensilagem das forragens em silos experimentais de 200 L e estocadas por 90 dias, em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco repetições por tratamentos, denominados: silagem de milho em monocultivo (SM), silagem de soja em monocultivo (SS) e silagem de milho e soja consorciados (SMS). Para avaliação do desempenho produtivo foram utilizados oito cordeiros machos por tratamento, totalizando 24 animais, com peso médio de 23 kg ($\pm 3,50$). O período de avaliação foi de 70 dias (20 d para adaptação e 50 d para coletas de dados) até que os animais atingissem peso médio de 35 kg ($\pm 2,20$). Os animais foram distribuídos em blocos considerando o peso corporal inicial como covariável em delineamento ao acaso. Após o abate dos animais foram coletadas amostras do *Longissimus dorsi* para avaliações das características da carne, como espessura de gordura subcutânea, área de olho de lombo, pH, textura, marmoreio, cor da carne e da gordura, perdas por cocção e gotejamento, lipídeos totais, atividade antioxidante, oxidação lipídica e o perfil de ácidos graxos. Para as avaliações de produtividade, o consórcio milho-soja apresentou redução na produtividade de forragem (-10,4 ton.ha⁻¹) e de grãos (-2,6 ton.ha⁻¹). A porcentagem de grão em relação a MS produzida reduziu cerca

de 4,8%. O teor de PB da SMS (10,3%) foi superior a SM (7,35%), sem afetar os constituintes fibrosos, a DIVMS, a fermentação e as perdas fermentativas. A baixa proporção de soja na mistura não foi suficiente para melhorar a estabilidade aeróbia da silagem do consórcio (72 h). Devido as características da leguminosa, a SS não apresentou composição química e perfil fermentativo adequados para conservação do material, com baixo teor de MS (24,2%), com elevado pH (5,26), altas proporções de N-NH₃ (9,63%), ácido acético (4,31%) e butírico (8,75%). A dieta com SM promoveu maior desempenho animal, resultante do maior consumo de nutrientes (1097 g.dia⁻¹) e digestibilidade (69,6%), em relação a dieta com SS (967 g.dia⁻¹ e 62,5%, respectivamente). A dieta com SMS apresentou resultados similares a dieta com SM. A SS não é recomendada como única fonte de volumosos para animais em sistemas intensivos de produção. A qualidade da carne dos cordeiros alimentados com a dieta SM apresentou melhora em todas as características avaliadas. A dieta SS não promoveu alterações das características da carne, sendo necessário avaliar a viabilidade de redução de custos para inclusão na dieta e real benefício da tecnologia da consorciação. De forma geral, a produção de silagens de gramíneas e leguminosas com intuito de aumentar o teor proteico do volumoso é questionável. Além disso, para a consorciação é difícil relacionar o ponto de colheita de ambas as culturas para beneficiar a ensilagem. Em relação ao desempenho produtivo, o consórcio de milho e soja apresentou resultados similares ao milho em monocultivo. Entretanto, é preciso avaliar se a inclusão da soja garantiria a redução dos concentrados proteicos e minimizaria os custos de produção.

Palavras-chave: consórcio, estabilidade aeróbia, leguminosa, proteína, desempenho

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the productive characteristics of corn and soybean in monoculture and intercropped and the silage quality of these crops, in relation to the fermentation profile, aerobic stability, performance and meat quality of finished lambs. For all evaluations, the 2B877PW maize hybrid and RR2 Pro® soybean variety were used. For the productive evaluations, a completely randomized design was used, considering 5 replications and 3 treatments: corn in monoculture, soybean in monoculture and corn and soybean intercropped. The planting design was realized in single lines with 90 and 45 cm of spacing for corn and soybean in monoculture, respectively. In the intercrop, soybean was sowed between of the maize lines and represented 15% in natural matter of the mixture. After harvesting the crops, prioritizing the corn ensilage point (½ of the milk line), the forages were ensiled in 200 L experimental silos and stored for 90 days in a completely randomized design with 5 replicates per treatments denominated: maize silage in monoculture (MS), soybean silage in monoculture (SS) and maize silage and soybean intercropped (MSS). To evaluate the productive performance, eight male lambs per treatment were used, totaling 24 animals, with a mean weight of 23 kg (± 3.50). The evaluation period was 70 days (20 d for adaptation and 50 d for data collection) until the animals reached an average weight of 35 kg (± 2.20). The animals were distributed in blocks considering the initial body weight as a covariate in a randomized design. After the slaughter samples of *Longissimus dorsi* were collected for evaluations of meat characteristics, such as subcutaneous fat thickness, loin eye area, pH, texture, marbling, meat and fat color, cooking and drip losses, lipids antioxidant activity, lipid oxidation and fatty acid profile. For the productivity evaluations, the maize-soybean intercrop presented a reduction in forage ($-10.4 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) and grain yield ($-2.6 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$). The percentage of grain in relation to the DM produced reduced about 4.8%. The CP content of the MSS (10.3%) was higher than MS (7.35%), without affecting the fibrous constituents, IVDMD, fermentation and fermentative losses. The low proportion of soybean in the mixture was

not sufficient to improve the aerobic stability of the intercrop silage (72 h). Due to the characteristics of the legume, the SS did not present a chemical composition and fermentation profile suitable for material preservation, with low DM (24.2%), high pH (5.26), high proportions of N-NH₃ (9.63%), acetic acid (4.31%) and butyric acid (8.75%). The diet with MS promoted higher animal performance, resulting from higher nutrient intake (1097 g.day⁻¹) and digestibility (69.6%), compared to the SS diet (967 g.day⁻¹ and 62.5%, respectively). The diet with MSS presented similar results to the one with MS. SS is not recommended as the sole source of bulky for animals in intensive production systems. The meat quality of the lambs fed with MS diet showed improvement in all evaluated characteristics. The SS diet did not promote changes in meat characteristics, so it is necessary to evaluate the feasibility of reducing costs for inclusion in the diet and the real benefit of the intercropping technology. In general, the production of grass and legume silages in order to increase the protein content of the crop is questionable. In addition, for intercropping, it is difficult to relate the harvesting point of both crops to benefit silage. Regarding the productive performance, the maize and soybean consortium presented results similar to corn in monoculture. However, it is necessary to assess whether the inclusion of soybeans would ensure the reduction of protein concentrates and minimize production costs.

Key words: aerobic stability, intercropping, legume, protein, performance

I. INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de plantas forrageiras destinadas a produção de silagens tende a aumentar à medida que se intensifica os sistemas de produção ou a amplitude das variações sazonais, visando suprir as exigências nutricionais do rebanho. Diante do cenário de intensificação, o setor agrícola tem sido estimulado e/ou obrigado a desenvolver e adotar novas estratégias de produção, que primem pela redução de impactos sobre o meio ambiente.

Esta nova tendência é pela maior dependência e contribuição potencial dos setores agropecuários sobre o clima, impulsionando a geração de um novo perfil de produção, em que o conceito de sustentabilidade dos sistemas de produção tem se tornado cada vez mais recorrente.

Essas mudanças implicarão de forma incisiva no modo de “cultivo tradicional” de plantas forrageiras destinadas a alimentação animal, principalmente em sistemas de monocultura. Neste sentido, a utilização da consorciação entre espécies forrageiras, de acordo com suas realidades locais e sempre associando gramíneas e leguminosas compatíveis, pode ser uma forma de obter equilíbrio no ecossistema local.

Entre as gramíneas forrageiras com potencial de utilização em consórcio para produção de silagem, o milho se destaca tanto pela tradição entre os produtores como pelos excelentes valores de produtividade e qualidade (Bernardes, 2012), com facilidade de cultivo, adaptabilidade, alta produção de massa e facilidade de fermentação no silo. Entretanto, a silagem de milho apresenta baixo teor proteico e limita o uso exclusivo como volumoso para animais de alta produção.

O uso de leguminosas em consórcio com gramíneas para produção de silagem prioriza o potencial de aproveitamento das características de ambas as culturas, seja pela diversificação na produção de matéria verde ou pelo incremento na composição nutricional. Em resultado, as leguminosas podem contribuir com aporte de compostos nitrogenados à dieta, visto que o uso de concentrados proteicos invariavelmente eleva os custos na produção.

Leguminosas, historicamente, têm sido consideradas impróprias para ensilagem. Entretanto, com o avanço na tecnologia e boas práticas na produção da silagem, uso de aditivos nutricionais e microbiológicos, tornam o seu uso viável, possibilitando benefícios financeiros e ambientais, com melhorias sustentáveis no sistema produtivo.

1. Consórcio Forrageiro para Produção de Silagens

As práticas de consórcios entre culturas de diferentes espécies, em especial cereais e leguminosas, têm sido desenvolvidas na agricultura tropical desde as antigas civilizações (Akhtar et al., 2013), com objetivo de otimizar o uso dos recursos disponíveis, como a terra, luz e nutrientes do solo (Arshad et al., 2012) e favorecer o aumento da biodiversidade do ecossistema agrícola (Koohi et al., 2014).

Segundo Zhang e Li (2003), a associação de espécies forrageiras constitui um dos sistemas sustentáveis que, responde proporcionalmente ao aumento da diversidade e complexidade da consorciação, gerando maior estabilidade dos sistemas de exploração. Como reflexo, tem-se o aumento da produtividade, a manutenção da fertilidade do solo, o melhor controle da erosão e a utilização ótima dos recursos totais disponíveis (Mazaheri, 1993).

No Brasil, na década de 1980 e 1990, foram realizados os primeiros trabalhos com o uso de gramíneas e leguminosas em consórcio com o objetivo de incrementar o valor nutricional das silagens de milho e de capim, utilizando leguminosas de ciclo anual em diferentes arranjos culturais (Evangelista et al., 1983; Obeid et al., 1985a; 1992b).

Atualmente, o desenvolvimento de pesquisas sobre sistemas de produção de gramíneas consorciadas com leguminosas tem sido impulsionado, principalmente, pelo crescente interesse na redução do aporte de nitrogênio inorgânico no solo, visto o seu potencial de poluição ambiental (Crew e Peoples, 2004). Estes estudos buscam, além da redução na aplicação de N, avaliar o impacto das leguminosas sobre o valor nutritivo da forragem para a produção animal (Contreras-Govea et al., 2011).

O sucesso no estabelecimento do consórcio está diretamente associado a escolha das espécies presentes na mistura, ou seja, que ocupem nichos diferentes (Koohi et al., 2014). Assim, deve ser considerado o grau de compatibilidade existente, as características de crescimento e a competição por água, luz e nutrientes, bem como, a tolerância ao corte e ao pastejo, quando estes forem objeto de avaliação. Outro fator importante a ser

observado é a proporção de leguminosas no consórcio, pois, o aumento da participação de leguminosas tende a reduzir o rendimento de matéria seca (MS) total da forragem.

Segundo Tiritan et al. (2013), desde que utilizadas espécies de gramíneas e leguminosas compatíveis, em termos de desenvolvimento da planta, os resultados são sempre favoráveis aos sistemas produtivos, com fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FBN) e qualidade superior da forragem para alimentação animal.

As culturas de milho e sorgo já foram avaliadas em consorciação com soja, diversas espécies de feijão, leucena, guandu, crotalária, mucuna, dentre outras, para a produção de silagens. Entretanto, as silagens resultantes dessas misturas apresentam particularidades, principalmente em relação ao ponto de colheita das leguminosas, interferindo no perfil fermentativo e na qualidade final da silagem.

Em geral, no estágio de desenvolvimento que apresentam melhor valor nutritivo, as leguminosas possuem baixo teor de MS, alta capacidade tamponante (CT) e baixa concentração de carboidratos solúveis (McAllister et al., 1998), comprometendo o processo fermentativo. Além disso, o alto teor de proteína bruta (PB) pode ocasionar aumento de proteólise durante o processo de ensilagem.

Dentro do silo, de 7 a 87% dos compostos nitrogenados das leguminosas são convertidos em nitrogênio não proteico (NNP). Essa alta proteólise reduz a ingestão de MS, a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados e o desempenho animal (Muck, 1987).

Em termos nutricionais, a consorciação entre gramíneas e leguminosas para produção de silagem é uma alternativa para obtenção de alimentos com maiores teores de proteína e fibras de melhor qualidade, dependendo das espécies forrageiras utilizadas.

Em alguns casos, os benefícios oriundos da consorciação foram referentes a melhoria nas condições de solo e aporte de nitrogênio pela fixação biológica. Porém, não proporcionando grandes benefícios diretos em termos de melhoria no valor nutricional, principalmente nos teores de proteína das culturas consorciadas (Da Silva et al., 2014).

Entretanto, o conjunto de benefícios atribuídos a associação entre gramínea e leguminosa, associados à possibilidade de produção de alimento animal a menor custo, tem despertado o interesse por parte dos produtores. Nesse sentido, é necessário avaliar a viabilidade de utilização de tal tecnologia, de acordo com as exigências dos animais de produção. As proporções entre gramíneas e leguminosas devem ser avaliadas na hora de ensilar a massa de forragem, para que possa melhorar o valor nutricional sem afetar o perfil fermentativo do material.

1.1. Silagem Mista de Milho e Soja

O milho (*Zea mays*) e a soja (*Glycine max*) respondem por quase 90% dos grãos produzidos no Brasil, com destaque para a soja, que na safra 2016/17 obteve a produção de 114,07 milhões de toneladas. Para esta mesma safra, a produção do milho foi 97,71 milhões de toneladas, distribuído entre as duas safras: 1ª safra = 30,46 milhões de toneladas; 2ª safra = 67,25 milhões de toneladas (Conab, 2017).

Neste sentido, dada as condições de destaque ao cultivo e produção destas culturas e conhecendo a importância destes alimentos, tanto na alimentação humana como na nutrição animal, tem-se buscado otimizar o uso destas culturas e inovar nas técnicas de produção. A difusão de plantios consorciados para produção de forragem, impulsiona o surgimento de sistemas produtivos cada vez mais eficientes e versáteis, quando se tem o objetivo de produzir ração destinada à alimentação animal.

A soja está entre as leguminosas mais estudadas para o consórcio com a cultura do milho. Na implantação os tratos culturais e alternativas de plantio, em faixas ou em linhas alternadas, irão depender dos objetivos na produção de forragem. Para o cultivo em faixas, Zhang et al. (2015) recomendam o cultivo alternado entre quatro linhas de milho e seis linhas de soja, sendo o espaçamento entre as linhas de milho de 0,5 metros e o espaçamento entre as linhas de soja de 0,3 metros. Nestas condições, além da possibilidade de produção da silagem mista, há benefícios extras na diversificação e rotação de culturas dentro de uma mesma área em diferentes anos agrícolas (Gobetti et al., 2011).

Em um consórcio tradicional milho-soja, recomenda-se densidade de semeio para obtenção de quatro plantas de milho por metro, acompanhadas de 25 a 30 plantas de soja por metro quadrado. A correção e adubação do solo devem ser realizadas de acordo com as exigências da gramínea, não havendo necessidade de fertilização específica para a soja (Gobetti et al., 2011). Entretanto, estudos primordiais que avaliaram a competição de nutrientes em consorciação, mostraram que as gramíneas apresentam vantagem competitiva em relação às leguminosas (Haynes, 1980). Valencia & Spain (1988) relataram que as leguminosas possuem menor habilidade de competição por K, quando associadas com gramíneas, podendo ocasionar problemas pela deficiência do nutriente e prejudicar o desenvolvimento da leguminosa.

O correto planejamento da população final de gramíneas e leguminosas, visando à produção de biomassa a ser ensilada é de fundamental importância. Neste sentido, deve-

se considerar que, em culturas consorciadas, a competição por água, luz e nutrientes pode reduzir o desenvolvimento da leguminosa pelo alto desempenho de crescimento e produção do milho. Além disto, a escolha da variedade de soja é outro fator que irá definir a participação da matéria verde na silagem. Variedades ou cultivares desenvolvidas para produzir mais massa de forragem contribuem com aumento da produção por área, em relação àquelas que produzem maior quantidade de grãos.

Em termos de composição química, silagens produzidas a partir do consórcio milho-soja podem apresentar diferentes teores de nutrientes em função da proporção milho:soja no momento da ensilagem. O uso de altas proporções de soja na consorciação (acima de 50%) pode ocasionar redução do nível de carboidratos solúveis (CS) e elevado poder tamponante, que prejudicam a fermentação láctica e aumentam o pH da silagem. Nestes casos, quando a silagem mista passa a ter mais de 50% de soja, recomenda-se que o corte da soja seja realizado em estágio fenológico superior ao R7 (Keplin, 2004).

Após o estágio R7, ocorre o aumento da contribuição energética (concentração de óleo ente 80 e 100 g kg⁻¹ MS) e redução do percentual de proteína na soja (Gobetti et al., 2011). Normalmente, opta-se por colher a soja no estágio R5 ou R6, pois apresenta maiores níveis de MS (Dias et al., 2010), entretanto, nestas condições, as concentrações de compostos solúveis estão reduzidas e faz-se necessário a inclusão de aditivos que auxiliem no processo fermentativo.

Estudos recentes apontaram que a inclusão de soja na silagem do milho pode aumentar a porcentagem de PB da silagem em até três pontos percentuais, dependendo do estágio vegetativo da cultura e da porcentagem de soja na silagem.

Baghdadi et al. (2016), avaliando silagens mistas com diferentes proporções de milho e soja, verificaram aumento nos teores de PB nos tratamentos com maiores concentrações de soja, com 9,91% para milho puro e 13,6% com 75% de soja na mistura. Entretanto, os autores relataram que as silagens com 50% de soja foram as que apresentaram melhor valor nutricional, com valores semelhantes de CS e FDN, bem como, diminuição da FDA e melhor digestibilidade da MS quando comparadas as silagens de milho puro.

Stella et al. (2016) verificaram que as inclusões crescentes de soja, em silagens de milho-soja, resultaram em acréscimos nos teores de MS, FDA, celulose e lignina e reduziram as concentrações de FDN, hemicelulose e NDT, porém, não influenciou a digestibilidade *in vitro* da matéria seca – DIVMS. Porém, o incremento de PB foi superior aos relatados por Baghdadi et al. (2016), com 7,3% para o milho puro e 16,4% com 75%

de soja na mistura, concluindo que até 50% de soja proporcionou melhores resultados perante a composição nutricional.

De acordo com Eichelberger et al. (1997), a adição de altas concentrações de soja associadas ao milho eleva os teores de PB, Ca e P, sem influenciar na DIVMS. Porém, reduz o teor de MS e eleva pH das silagens, podendo ser um indicativo da qualidade fermentativa destas silagens.

Em relação ao perfil fermentativo, nas silagens de milho-soja ou gramíneas-leguminosas em geral, pode ocorrer a predominância de bactérias ácido lácticas (BAL) do tipo heterofermentativas. As BAL heterofermentativas fermentam glicose e pentoses pela via fosfogluconato/fosfocetolase (via das pentoses fosfatos) produzindo ácido acético, etanol e dióxido de carbono (CO_2), além do ácido láctico (Rooke e Hatfield, 2003). Como efeito da ocorrência de BAL heterofermentativas nas silagens mistas, associado a maior capacidade tampão das leguminosas, tem-se redução lenta do pH na massa ensilada, e é agravada pela produção de um ácido mais fraco (ácido acético) em detrimento ao ácido forte (ácido láctico).

Esta redução lenta do pH favorece o desenvolvimento de enterobactérias (fermentação secundária), as quais produzem ácido acético, ácido fórmico e etanol, bem como, liberam nitrito e óxido nítrico durante a redução do nitrato (NO_3), com a degradação de proteínas. Desta forma, silagens com maiores teores de leguminosas tendem a apresentarem maior N-amoniacoal (Rooke e Hatfield, 2003).

Essas alterações fermentativas das silagens ocasionam maiores perdas de MS ao final do processo fermentativo. Soriani Filho et al. (2008) estimaram as perdas por gases (13,6%), efluentes (10%) e perdas totais (23,6%) para silagem de planta de soja, consideradas elevadas para o período de armazenamento das silagens e o estágio de desenvolvimento (R5 e R6). Dias et al. (2010) também constatam perdas totais de MS para silagem de soja em torno de 10,8% para ensilagem no estágio de R6 e de 3,6% para R7.

Além das perdas durante o processo fermentativo, a fase de pós abertura dos silos resulta em perdas na qualidade nutritiva, com desenvolvimento de microrganismos patogênicos, implicando na redução de consumo e desempenho dos animais. Para as silagens de leguminosas, os produtos de fermentação formados podem inibir o desenvolvimento de microrganismos patogênicos e aumentar a estabilidade da massa (Pahlow et al., 2003). Entretanto, na associação com gramíneas os resultados têm sido inconsistentes. Barbosa et al. (2011) não observaram melhorias na estabilidade aeróbia

das silagens de milho com adição de 5, 10 e 15% de soja, resultando em maior temperatura da massa e incremento de °C/hora.

Em geral, as alterações na composição química e perfil fermentativo dependem da proporção da soja nas silagens mistas. Níveis aceitáveis de melhorias da composição nutricional foram verificados quando a participação da soja foi de 50% (Wiederholt e Albrecht, 2002; Stella et al., 2016; Baghdadi et al., 2016).

2. Silagem Mista de Gramínea-Leguminosa na Alimentação de Ruminantes

O acréscimo da silagem de soja à alimentação do rebanho pode ser uma alternativa para diversificação da dieta e das culturas produzidas, manutenção do peso dos animais em períodos de escassez de forragem e, em resposta secundária, o incremento de proteína a dieta. O desempenho da produção, seja carne ou leite, ainda é questionado e necessita de estudos sobre a real viabilidade de utilização. Mesmo contribuindo para melhorar o valor nutricional da dieta os índices produtivos precisam ser avaliados.

As medidas de desempenho produtivo com o uso de silagem de leguminosas ou mistas com gramíneas são recorrentes para espécies tradicionais de uso, como alfafa por exemplo. O uso de silagem de soja exclusiva ou mista, foi avaliado com maior veemência com os estudos de Undersander et al. (2007). As recomendações de produção e uso dessas silagens foram baseadas em avaliações nas propriedades com uso de 15 a 20% na dieta animal. Segundo os autores, o consumo era reduzido em alguns casos, mas apresentava boa aceitabilidade quando comparada as silagens de alfafa.

No Brasil, os estudos com silagens de leguminosas ainda são pouco conclusivos, já que não se caracteriza como alimento tradicional na produção animal. Vários países da Europa e Estados Unidos utilizam leguminosas para produção animal, em sistemas com animais estabulados, com bons resultados para algumas espécies, como trevo e alfafa.

Divergências nos resultados de consumo, digestibilidade e produção são constantes em pesquisas no Brasil, principalmente em relação ao tipo de leguminosa e proporção de uso na dieta. Normalmente, o consumo das silagens de leguminosas ou mistas é reduzido quando comparado com as silagens de milho, porém é superior (consumo) as silagens de capim (Huhtanen et al., 2007; Cheng et al. 2011; Dewhurst 2013).

Bello-Pérez et al. (2008) avaliaram o valor nutricional da silagem de soja comparada com alfafa em vacas lactantes e verificaram redução no consumo de MS e na produção de leite para dietas com silagem de soja. Reportaram que a degradabilidade

ruminal da FDN foi reduzida, mas os índices de produção de leite corrigido para 4% de gordura, composição, eficiência de produção do leite e digestibilidade total dos nutrientes foram similares para as dietas.

Souza et al. (2008) avaliaram o consumo de MS e o desempenho de 30 novilhos recebendo cinco dietas com diferentes níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de soja (0, 25, 50, 75 e 100%, com base na MS). O consumo de MS, ganho de peso, ganho de carcaça, rendimento de carcaça e a conversão alimentar não foram influenciados pelos tratamentos. Os autores observaram que o custo da ração pelo ganho de carcaça (R\$ por cada 15 kg) reduziu quando a silagem de milho foi substituída pela silagem de soja, atingindo o menor valor em 75% do nível de substituição. Assim, por causa do custo de produção competitivo, deve-se buscar o potencial de uso em substituição parcial (entre 50-75%) para silagem de milho.

Lima et al. (2008) obtiveram ganhos diários de 202, 210 e 214 g.an.dia⁻¹ quando estudaram o desempenho de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com dieta contendo 60% de silagem de soja + 40% de silagem de milho, 100% de silagem de soja e 100% de silagem de milho, respectivamente. Salienta-se que não houve diferença entre os tratamentos e, conforme os autores, a silagem de soja é uma opção de volumoso para terminação de ovinos, pois proporciona ganho médio diário de peso semelhante à silagem de milho suplementada com concentrado proteico.

Avaliações com diferentes proporções de soja na silagem de milho foram feitas por Martínez-García et al. (2015) que constataram melhor desempenho de cordeiros que receberam silagens com 65% de milho e 35% de soja, com maior ganho de peso (238 g.dia⁻¹), consumo de matéria orgânica, energia metabolizável e aumento da síntese de proteína bruta microbiana. Em estudo similar, Lima et al. (2011) avaliaram a inclusão de silagens com 60% de sorgo e 40% de soja na produção de leite e ganho diário e concluíram que seria uma alternativa de alimentação para a estação seca cubana, permitindo a manutenção dos índices produtivos.

Considerando os resultados de utilização da silagem de soja para enriquecimento proteico de silagens de milho, sorgo ou capins, observa-se que o uso em dietas para produção animal ainda deve ser estudado e, dessa forma, concretizar o real benefício na redução de custos com concentrado proteico sem afetar o desempenho da produção.

3. Qualidade da Carne de Cordeiros Confinados

O crescimento do rebanho ovino no Brasil foi constante entre 2007 e 2011. Em 2016 apresentou o maior patamar de crescimento, com efetivo de 18,4 milhões de cabeças (IBGE, 2016). Esse aumento contribuiu para expansão da produção de carne ovina e ampliação da comercialização dos produtos.

O consumo per capita de carne ovina no Brasil (0,7 kg) é considerado baixo (MAPA, 2010). Entretanto, as importações de carne do Uruguai foram significativas (nove mil toneladas/ano) nos últimos anos (CEPEA, 2014), apontando a atividade como promissora no agronegócio brasileiro, pela baixa oferta do produto para atender a demanda interna.

Essa possível ampliação de mercado, exige melhorias da qualidade dos produtos ofertados e padronização de acordo com as especificações do consumidor (Barreto Neto, 2010). Para atender a demanda, os diferentes fatores que influenciam na qualidade da carne necessitam ser avaliados, podendo ser intrínsecos ao animal: espécie, raça, sexo e idade e extrínsecos: nutrição e ambiente (Monte et al., 2012).

Dentro desses fatores, o sistema de terminação de cordeiros deve ser avaliado quanto a influência em alterações das características físicas e químicas da carne, custos e atendimento da demanda de produção.

Em sistemas de terminação em pastagens é necessário considerar fatores importantes como a sincronização da fase final da gestação com a maior disponibilidade de pasto (Sá & Sá, 2007). Devido a isso, normalmente, a fase de terminação dos cordeiros coincide com a época de declínio da qualidade e da quantidade do pasto na maioria das regiões do Brasil. Nesses sistemas, o uso de suplementação é necessário para obtenção de animais com peso vivo, características de carcaça e dos cortes comerciais que atendam as exigências do consumidor (Santos et al., 2009).

Em contrapartida, o uso do confinamento de cordeiros, além de alternativa para os períodos de escassez de alimento, permite a produção para abate durante outros meses do ano, quando a demanda é maior. O confinamento ainda possibilita maior produção por hectare, maior controle da parte nutricional, produção de carne de qualidade durante todo o ano, padronização de carcaças, redução da idade de abate dos cordeiros, menor mortalidade por causa da menor incidência de verminoses, além de disponibilizar a forragem das pastagens para as demais categorias do rebanho (Bragiato, 2016).

Considerando os distintos sistemas de produção, as características físicas e químicas da carne devem beneficiar o processamento industrial e a permanência da qualidade durante o armazenamento e comercialização. Dentre as propriedades mais importantes, destacam-se capacidade de retenção de água, pH, cor, força de cisalhamento e perdas por cozimento (Dabés, 2001).

No prato do consumidor, a qualidade da carne é avaliada por dois grupos de fatores: aparência e composição. A aparência é determinada, especialmente, pela forma do pedaço de carne que será consumido, pela massa ou peso do corte e pela coloração. Em relação a composição, o consumidor considera a importância de músculo, gordura e osso (Osório et al., 2008).

Segundo Silva Sobrinho et al. (2002) a melhor carcaça é aquela que possui máxima proporção de músculos (55-60%), mínima de ossos (20-30%) e adequada proporção de gordura (12-20%). É sabido que a alimentação influencia nessas características e que animais alimentados com maiores proporções de concentrado tendem a apresentar carnes com maior teor de gordura, que por sua vez, aumenta a sensação de suculência e maciez, e ainda modifica sua composição em ácidos graxos (Moreno et al., 2015).

A proporção de volumoso da dieta (capim, silagem ou feno) pode alterar o sabor da carne pela composição de ácidos graxos ser diferente dos concentrados, especialmente na relação $\omega 6:\omega 3$ (Moreno et al., 2016). Maiores proporções de forragem em dietas de terminação de ovinos e caprinos promovem maior deposição de ácidos graxos poli-insaturados $\omega 3$ no tecido muscular, por causa dos elevados níveis de ácido linolênico (C18:3) na forragem (Lopes et al., 2014).

Frente as possibilidades de alteração na composição e qualidade da carne é válido avaliar a influência de volumosos alternativos e os efeitos no produto final, com garantias de manipulação industrial e preferência pelo consumidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKHTAR, M.F.; AHMAD, A.H.; ZAMIR, M.S.I.; KHALID, F.; MOHSIN, A.U.; AFZAL, M. Agro-qualitative studies on forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) sown alone and in mixture with forage legumes. *Pakistan Journal of Science*, Lahore, v. 65, n. 2, p. 179-185, 2013.
- ALVES, B.J.R.; ZOTARELLI, L.; FERNANDES, F.M.; HECKLER, J.C.; MACEDO, R.A.T.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; URQUIAGA, S. Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 3, p. 449-456, 2006.
- ARSHAD, M.; RANAMUKHAARACHCHI, S.L. Effects of legume type, planting pattern and time of establishment on growth and yield of sweet sorghum-legume intercropping. *Australian Journal of Crop Science*, Brisbane, v. 6, n. 8, p.1265-1274, 2012.
- BAGHDADI, A.; HALIM, R.A.; RADZIAH, O.; MARTINI, M.Y.; EBRAHIMI, M. Fermentation characteristics and nutritive value of corn silage intercropped with soybean under different crop combination ratios. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, v.26, n.6, p. 1710-1717, 2016.
- BARBOSA, L. A.; REZENDE, A. V.; RABELO, C. H. S.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A. Estabilidade Aeróbia de Silagens de Milho e Soja Exclusivas ou Associadas. *Ars Veterinaria*, Jaboticabal, SP, v.27, n.4, 255-262, 2011.
- BARRETO NETO, A. D. Posicionamento estratégico do setor de carnes de caprinos e ovinos no mercado de carnes brasileiro. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v. 4, n. 4, p. 81-85, 2010.
- BELLO-PÉREZ, E. V.; MUSTAFA, A. F.; SEGUIN, P. Effects of feeding forage soybean silage on milk production, nutrient digestion and ruminal fermentation of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 91, p. 229-235, 2008.
- BERNARDES, T.F. 2012. *Levantamento das práticas de produção e uso de silagens em fazendas leiteiras no Brasil*. Universidade Federal de Lavras, Lavras (E-book).
- BRAGIATO, U. C. Desempenho e qualidade da carne de cordeiros alimentados com silagem de milho inoculada com *Lactobacillus plantarum* e *Bacillus subtilis*. 2016. 55p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- CEAPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. *Cepea e CNA apuram custos de produção de caprinos e ovinos*. Piracicaba, 2014. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/release-6669.aspx>>. Acesso em jan/2018.
- CHENG, L.; KIM, E. J.; MERRY, R. J.; DEWHURST, R. J. Nitrogen partitioning and isotopic fractionation in dairy cows consuming diets based on a range of contrasting forages. *Journal of Dairy Science*, v. 94, p. 2031-2041, 2011.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2016/17*. Décimo segundo levantamento, set/2017, Brasília, v.4, n.12, p. 97-111, 2017.
- CONTRERAS-GOVEA, F.; MARSALIS, M.; ANGADI, S.; SMITH, G.; LAURIAULT, L.M.; VANLEEuwEN, D. Fermentability and nutritive value of corn and forage sorghum silage when in mixture with lablab bean. *Crop Science*, v.51, p. 1307–1313, 2011.
- CREW, T.E.; PEOPLES, M.B. Legume versus fertilizer source of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Philadelphia. v. 102, n. 3, p. 279-297, 2004.

- DABÉS, A.C. Propriedades da carne fresca. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v. 25, n. 288, p.32-40. 2001.
- DA SILVA, M.S.J.; EMILE, J.C.; AUDEBERT, G.; WALCZAK, P.; NOVAK, S. Associer une légumineuse au sorgho pour améliorer la qualité de la ration. In: RENCONTRE RECHERCHE RUMINANTS, 21, 2014, Paris, *Actes...* Paris: 3R, 2014. p. 128.
- DEWHURST, R. J. Milk production from silage: comparison of grass, legume and maize silage and their mixtures. *Agricultural and Food Science*, v. 22, p. 57-69, 2013.
- DIAS, F.J.; JOBIM, C.C.; FILHO, J.L.S.; JUNIOR, V.H.B.; POPPI, E.C.; SANTELLO, G.A. Composição química e perdas totais de matéria seca na silagem de planta de soja. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. Maringá, v.32, n.1, p. 19-26, 2010.
- EICHELBERGER, L.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JUNIOR, P. Efeitos da inclusão de soja ou feijão miúdo e uso de inoculante na qualidade da silagem de milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.26, n.4, p. 667-674, 1997.
- EVANGELISTA, A.R.; GARCIA, R.; GALVÃO, J.G.; FONTES, L.A.N.; CARDOSO, A.A. Efeito da associação milho-soja no valor nutritivo da silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.12, p. 50-59, 1983.
- FRANCO, M. Loucura que deu certo. *DBO - A Revista de Negócios do Criador*, São Paulo, n.279, p.76-83, 2004.
- GOBETTI, S.T.C.; NEUMANN, M.; OLIVEIRA, M.R.; OLIBONI, R. Produção e utilização da silagem de planta inteira de soja (*Glicine max*) para ruminantes. *Ambiência Guarapuava*, Guarapuava, v.7, n.3, p. 603-616, 2011.
- HAYNES, R. J. Competitive aspects the grass-legume association. *Advance in Agromony*, NY, 33:227-61, 1980.
- HUHTANEN, P.; RINNE, M.; NOUSIAINEN, J. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry matter index. *Animal*, v.1, p.758-770, 2007.
- IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal. 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2016>>. Acesso em jan. 2018.
- IJOYAH, M.O.; OGAR, A.O.; OJO, G.O.S. Soybean-maize intercropping on yield and system productivity in Makurdi, Central Nigeria. *Scientific Journal of Crop Science*, v.2, n.4, p. 49-55, 2013.
- KEPLIN, L.A.S. Silagem de soja: uma opção para ser usada na nutrição animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, *Anais...* Maringá: UEM, v. 2, p. 161-171, 2004.
- KOOHI, S.S.; NASROLLAHZADEH, S.; RAEI, Y. Evaluation of chlorophyll value, protein content and yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and mungbean (*Vigna radiate* L.) intercropping. *International journal of Biosciences*, Rajshahi, v. 4, N. 8, p. 136-143, 2014.
- LIMA, J. A.; CUNHA, E. A.; CALVO, C. O.; BRITO, F. O.; RODRIGUES, C. F. C. IAPICHINI, J. E. C. B. Desempenho ponderal de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com silagem de soja. In: 45ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Lavras. *Anais...* Lavras/UFLA: Sociedade Brasileira de Zootecnia, V. 45, 2008 (CD-ROM).
- LIMA, R.; DÍAZ, R.F.; CASTRO, A.; FIEVEZ, V. Digestibility, methane production and nitrogen balance in sheep fed ensiled or fresh mixtures of sorghum–soybean forage. *Livestock Science*, v. 141, p. 36-46, 2011.

- LOPES, L. S.; MARTINS, S. R.; CHIZZOTTI, M. L.; BUSATO, K. C.; OLIVEIRA, I.M.; MACHADO NETO, O. R.; PAULINO, P. V. R.; LANNA, D. P. D.; LADEIRA, M. M. Meat quality and fatty acid profile of Brazilian goats subjected to different nutritional treatments. *Meat Science*, v.97, n.4, p.602-608, 2014.
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Projeções do agronegócio brasileiro – 2009/2010*. 125p.
- MAZAHERI, D. *Intercropping*. 1. ed. Iran: Tehran University Press, 1993. 262 p.
- McALLISTER, T.A., FENIUK, R., MIR, Z.; MIR P.; SELINGER, L. B.; CHENG, K.-J. Inoculants for alfalfa silage: Effects on aerobic stability, digestibility and the growth performance of feedlot steers. *Livestock Production Science*, v. 53, n. 2, p. 171-181, 1998.
- MONTE, A. L. S.; GONSALVES, H. R. O.; VILLARROEL, A. B. S.; DAMACENO, M. N.; CAVALCANTE, A. B. D. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 8, n. 3, p. 11-17, 2012.
- MORENO, G. M. B.; BORBA, H.; ARAÚJO, G. G. L.; SAÑUDO, C.; SILVA SOBRINHO, A. G.; BUZANSKAS, M. E.; LIMA JÚNIOR, D. M.; ALMEIDA, V. V. S.; BOAVENTURA NETO, O. Meat quality of lambs fed different saltbush hay (*Atriplex Nummularia*) levels. *Italian Journal of Animal Science*, v. 14, n. 2, p. 3302, 2015.
- MORENO, G. M. B.; LIMA JÚNIOR, D. M.; SOUZA, N. O. B.; CIRNE, L. G.; BOAVENTURA NETO, O.; SOUZA, S. F. Qualidade da carne de cordeiros: genótipo e manejo nutricional. *Ciência Veterinária nos Trópicos*, v.19, n. 3, p. 118-129, 2016.
- MUCK, R. E. Dry matter level effects on alfalfa silage quality. I. Nitrogen transformations. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, v.30, p. 7-14, 1987.
- OBEID, J. A.; ZAGO, C. P.; GOMIDE, J. A. Qualidade e valor nutritivo de silagem consorciada de milho [*Zea mays* L.] com soja anual [*Glycinemax* (L.) Merrill]. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.14, n.4, p. 439-446, 1985.
- OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A.; CRUZ, M.E.; ZAGO, C.P.; ANDRADE, M.A.S. Silagem consorciada de milho (*Zea mays*, L.) com leguminosas: produção e composição bromatológica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.21, n.1, p. 33-38, 1992.
- OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J.C.S.; SILVA SOBRINHO, A.G. Avaliação instrumental da carne ovina. In: *Produção de carne ovina*. Jaboticabal, p. 129-148, 2008.
- PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S.J.W.H.O.; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.). *Silage science and technology*. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 31-93.
- ROOKE, J.A.; HATFIELD, R.D. Biochemistry of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.). *Silage Science and Technology*. Madison: American Society of Agronomy, v. 1, cap. 3, p. 95-139, 2003.
- SÁ, J.L. e SÁ, C.O. Manejo alimentar de ruminantes em sistemas de base agroecológica. In: X Simpósio Nordeste de Alimentação de Ruminantes. Petrolina. *Anais...* p. 156-171, 2007.
- SANTOS, J. R. S.; PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, A. M. A.; CEZAR, M. F.; BORBUREMA, J. B.; SILVA, J. O. R. Composição tecidual e química dos cortes comerciais de carcaça de cordeiros Santa Inês terminados em pastagem nativa com suplementação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 12, p. 2499-2505, 2009.

- SILVA SOBRINHO, A.G. da; MACHADO, M.R.F.; GASTALDI, K.A.; GARCIA, C.A. Efeitos da relação volumoso: concentrado e do peso ao abate sobre os componentes da perna de cordeiros Ile de France x Ideal confinados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, p. 1017-1023, 2002.
- STELLA, L.A.; PERIPOLLI, V.; PRATES, E.R.; BARCELLOS, J.O.J. Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v.73, n.1, p.73-79, 2016.
- SORIANI FILHO, J. L. et al. Estabilidade aeróbia e perdas totais em silagens de soja (Glicyne Max (L.) Merrill). In: 45ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008. Lavras. *Anais...* Lavras/UFLA: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD ROM).
- SOUZA, W. F.; PEREIRA, O. G.; RIBEIRO, K. G.; CHAVES, A. S.; ZAMUNER, F.; AGUIAR, G. A. Dry matter intake and performance of Nellore steers fed diets based on different proportions of soybean and corn silages.. In: Animal Meeting of the American Society of Animal Science. *Journal Animal Science*, v. 86. p. 272-272, 2008.
- TIRITAN, C.S.; SANTOS, D.H.; MINUTTI, C.R.; FOLONI, J.S.S.; CALONEGO, J.C. Bromatological composition of sorghum, millet plant and dwarf-guandu at different cut times in intercropping and monoculture. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 35, n. 2, p. 183-190, 2013.
- UNDERSANDER, D.; JAREK, K.; ANDERSON, T.; SCHNEIDER, N.; MILLIGAN, L. A guide to making soybean silage. Online. Forage and Grazinglands doi:10.1094/FG-2007-0119-01-MG. In: <http://ipcm.wisc.edu/blog/2013/08/a-guide-to-making-soybean-silage/> Consultado em: 27/06/2017.
- VALENCIA, I.M. & SPAIN, J. M. *Preliminary observations on the effect of competitive interference on stand maintenance of Stylosanthes capitata associated with Andropogon gayanus in the eastern plain of Colombia*. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: SAVANAS, ALIMENTO E ENERGIA, 6, Brasília, Planaltina, EMBRAPA-CPAC; p. 491-8, 1988.
- WIEDERHOLT, R.; ALBRECHT, K. Using soybean as forage. *Focus on forage*, v. 5, n. 13, 2p. 2002.
- ZHANG, F; LI, L. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient-use efficiency. *Plant and Soil*, Wageningen, v. 248, n. 1, p. 305-312, 2003.
- ZHANG, Y.; LIU, J.; ZHANG, J.; LIU, H.; LIU, S.; ZHAI, L.; WANG, H.; LEI, Q.; REN, T.; YIN, C. Row ratios of intercropping maize and soybean an affect agronomic efficiency of the system and subsequent wheat. *PLoS ONE*, v.10, n.6, p.1-16, 2015.

II. OBJETIVOS GERAIS

Avaliar as características produtivas do milho e da soja em monocultivo e consorciados e a qualidade das silagens destas culturas, em relação ao perfil fermentativo, estabilidade aeróbia, desempenho e qualidade da carne de cordeiros em terminação.

III. Produtividade do milho e soja consorciados e conservação das silagens

(Normas: Pesquisa Agropecuária Brasileira)

Resumo - Objetivou-se avaliar as características produtivas e a conservação das silagens das culturas de milho e soja em monocultivo e consorciadas. Foram utilizados o híbrido de milho (2B877PW) e variedade de soja (RR2Pro®), considerando os tratamentos a partir do monocultivo e da consorciação: milho em monocultivo; soja em monocultivo e milho e soja consorciados, em um delineamento inteiramente ao acaso, com cinco repetições por tratamento. As culturas de milho e soja consorciadas apresentaram redução na produtividade de forragem, -10,4 ton MV.ha⁻¹ para o milho e -6,4 ton MV.ha⁻¹ para a soja. A porcentagem de grãos reduziu 13 e 50% para milho e soja, respectivamente. A silagem do consórcio apresentou aumento no teor de PB (40%), não alterou os constituintes fibrosos (49,8 % FDN; 29,3 %FDA e 32,4 % CNF), a DIVMS (59,3%), o perfil fermentativo e a estabilidade aeróbia (72 horas) quando comparada com a SM. A utilização da leguminosa em consórcio com a gramínea para produção de silagem com intuito de aumentar o teor de proteína deve ser avaliada perante a viabilidade da tecnologia e dos preços dos alimentos proteicos.

Termos para indexação: consórcio, leguminosa, estabilidade aeróbia, rendimento forrageiro

Maize and soybean yield intercropped and fermentative characteristics of silages

Abstract - The objectives were to evaluate the production characteristics and nutritional value of maize and soybean silages in monoculture and intercropped. The maize hybrid (2B877PW) and soybean variety (RR2 Pro®) were used, considering the treatments: maize and soybean in monoculture and maize-soybean in intercropping in a completely randomized design with 5 replicates per treatment. For the productivity assessments, the amounts of grass and legume were recorded at 2 meters/line, cut at 15 cm from the ground and distant 0.5 meters from the border. The ensiling was realized in 200 L experimental silos and stored for 90 days. The intercropped maize and soybean crops showed a reduction in forage and grain yield. The intercropped silage of the intercropped showed little increase in the CP content, did not alter the fibrous constituents, the IVDMD, the fermentative profile and aerobic stability when compared to the SM. The utilization of the legume in consortium with the grass for silage production in order to increase the protein content should be evaluated against the viability of technology and the prices of protein foods.

Index terms: aerobic stability, forage yield, intercropped, legume

Introdução

O cultivo do milho para produção de silagem é tradicional entre os produtores pelos excelentes valores de produtividade e qualidade, facilidade de cultivo, adaptabilidade, alta produção de massa e facilidade de fermentação no silo (Bernardes, 2012). Entretanto, devido ao baixo teor proteico, o uso de tecnologias para incrementar o valor nutricional é incentivado visando atender as exigências dos animais de alta produção.

A tecnologia da consorciação de gramíneas e leguminosas para produção de silagem pode ser uma alternativa para diversificação da dieta. A união de leguminosas ricas em proteínas com milho de alta energia possibilita o aproveitamento do potencial nutricional de ambas as culturas e dos recursos ambientais, com sustentabilidade de produção (Costa et al., 2012).

Entretanto, para o sucesso no estabelecimento do consórcio, a escolha das espécies deve ser cautelosa, já que haverá competitividade por espaço e recursos apropriados ao crescimento e desenvolvimento. Assim, deve ser considerado o grau de compatibilidade existente, as características de crescimento e a competição por água, luz e nutrientes (Koohi et al., 2014) para não interferir na produtividade das culturas.

O uso de leguminosas na alimentação animal, em condições tropicais, ainda é restrito e a prática da consorciação entre milho e soja para produção de silagem visando a redução nas quantidades de concentrados proteicos é questionável. Os benefícios oriundos da consorciação normalmente são referentes a melhoria nas condições de solo e aporte de nitrogênio pela fixação biológica, não proporcionando grandes incrementos diretos em termos de melhoria no valor nutricional da massa de forragem a ser ensilada (Da silva et al., 2014).

É sabido que as leguminosas apresentam algumas limitações para produção de silagem, especialmente pela alta capacidade tamponante e baixa concentração de carboidratos solúveis. Estas características comprometem o processo fermentativo, com possibilidade de fermentações indesejáveis e redução do valor nutricional da silagem.

Nesse contexto, várias pesquisas buscam estratégias que evidenciem a utilização da soja como fonte de forragem, destacando-se: época de colheita (Dias et al., 2010; Kawamoto et al., 2013; Oliveira et al., 2016), pré-secagem (Spanghero et al., 2015), uso de aditivos microbianos (Nkosi et al., 2016), aditivos nutricionais (Ni et al., 2017) e sequestrante de umidade (Ribeiro et al., 2015; De Paula e Vilela, 2016). Além disso, o consórcio com outras culturas (Serbester et al., 2015; Baghdadi, et al., 2016; Liu et al., 2017) ou a inclusão de porcentagens de soja na ensilagem de gramíneas é incentivado (Stella et al., 2016; Martínez-García et al., 2015).

Em termos de composição química, silagens produzidas a partir do consórcio milho-soja podem apresentar diferentes teores de nutrientes em função da proporção de cada cultura no

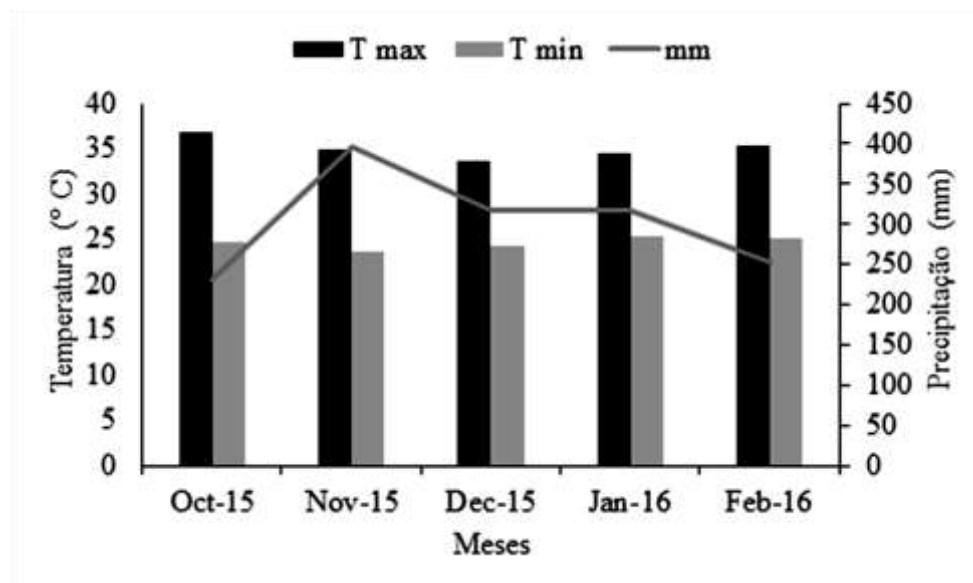
momento da ensilagem. Logo, pesquisas sobre arranjos de plantio ou inclusão de diferentes porcentagens da leguminosa na silagem necessitam ser ampliadas para constatar a veracidade de aplicação da tecnologia em termos nutricionais.

Perante a demanda de informações sobre o uso de silagens de culturas consorciadas em condições tropicais, objetivou-se avaliar a produtividade das culturas, a composição química, perfil e perdas fermentativas e a estabilidade aeróbia das silagens de milho e soja em monocultivo e em consorciação.

Material e Métodos

A parte experimental de cultivo das culturas agrícolas foi conduzida no município de Mandaguaçu (23° 20' 53" Sul, 52° 5' 42" Oeste), no Norte Central do Estado do Paraná – PR. As análises laboratoriais e experimentação animal foram desenvolvidas no Laboratório de Análise de Alimentos e na Fazenda Experimental de Iguatemi pertencentes a Universidade Estadual de Maringá (UEM) – Paraná (Latitude 23° 25' 31" Sul, 51° 56' 19" Oeste).

De acordo com o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), a região possui rochas da formação Serra Geral que dão origem aos solos tipo Nitossolos e Argissolos, com clima Cfa (clima subtropical úmido), que propiciaram para o período experimental temperatura máxima, mínima e precipitação de acordo com a Figura 1.



Fonte: Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR.

Figura 1. Precipitação média (mm), temperatura máxima (Tmax) e mínima (Tmin) durante o período experimental de cultivo das culturas.

Foram utilizados o híbrido de milho 2B877PW e variedade de soja RR2 Pro® com plantio mecanizado convencional em outubro de 2015. A adubação de plantio foi realizada no sulco da

semeadura, utilizando mistura comercial de N-P-K (19-15-16) e aplicação em superfície de 100 kg/ha de cloreto de potássio (KCL) em área total, para ambas as culturas.

Para o milho em monocultivo (2 ha), o arranjo do plantio foi realizado em linhas com 90 cm de espaçamento e cerca de 6 sementes por metro, totalizando um *stand* de aproximadamente 60.000 plantas.ha⁻¹. O arranjo do plantio para a soja em monocultivo (1 ha) foi em linhas com 45 cm de espaçamento e 13 sementes por metro, totalizando 289.000 plantas.ha⁻¹. Para o estabelecimento da consorciação (2 ha), o plantio da soja foi realizado nas entre linhas do milho, mantendo a mesma população de plantas (Figura 2).

Para as estimativas de produções de matéria verde, matéria seca e produtividade de grãos das culturas por hectare, considerando o monocultivo e o consórcio, foram mensurados o número e altura das plantas de milho e soja em 2,0x0,45 metros na linha, cortadas a 15 cm do solo e distanciando 0,5 metros da bordadura, considerando cinco repetições, demarcadas aleatoriamente na área de cada cultura (tratamentos) antes da colheita para ensilagem, em janeiro de 2016.

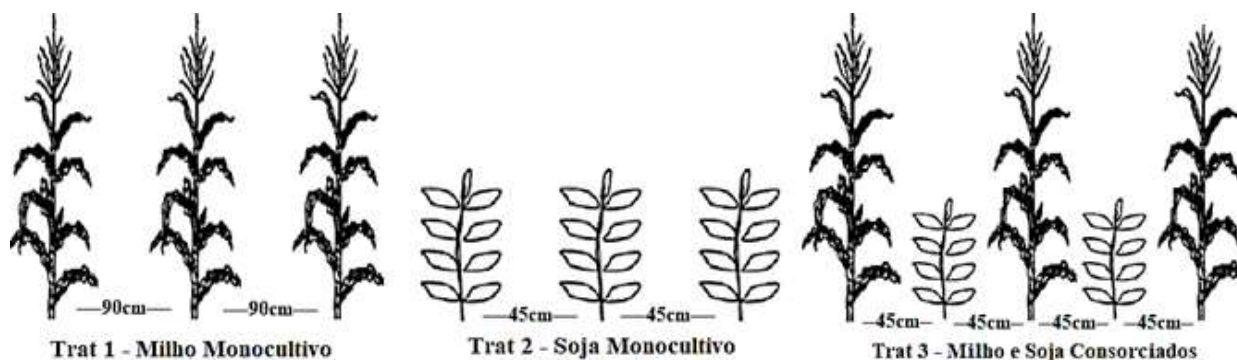


Figura 2. Esquema do arranjo de plantio das culturas em monocultivo e consorciadas

Para a colheita das culturas foi considerado como referência o ponto de ensilagem do milho, com ½ da linha do leite do grão (89 dias pós plantio), para padronização das avaliações. Nesse momento, a soja estava em estágio fenológico de R5.4, caracterizada como fase de enchimento do grão e 50-75% de granação.

O material foi colhido com ensiladora acoplada em trator e regulada para 8 mm de tamanho de partícula. Na forragem antes da ensilagem foram determinados os teores de matéria seca (MS) (AOAC, 2000), a capacidade tamponante (CT) (Weissbach, 1967), os carboidratos solúveis (CHOS) pelo método de Johnson et al. (1966) adaptado para extração alcoólica e o coeficiente de fermentação (CF) via equação proposta por Oude Elferink et al. (2000): $CF = MS + 8 (CHOS/CT)$ (Tabela 1).

Tabela 1. Características das forragens antes da ensilagem.

| | Milho Monocultivo | Consórcio | Soja Monocultivo |
|------------------------------------|-------------------|-----------|------------------|
| MS, % | 31,4 | 29,4 | 26,8 |
| PB, % MS | 8,50 | 10,8 | 19,7 |
| EE, % MS | 1,89 | 3,03 | 3,73 |
| FDN, % MS | 51,2 | 53,6 | 47,8 |
| DIVMS, % MS | 66,1 | 62,3 | 61,7 |
| CHOS, % MS | 8,65 | 7,81 | 3,53 |
| Capacidade tamponante ¹ | 20,7 | 33,2 | 66,5 |
| Coeficiente de fermentação | 39,4 | 33,4 | 27,5 |

¹g ácido láctico.kg MS⁻¹ de forragem. MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da MS; CHOS: carboidratos solúveis.

Após a picagem, o material permaneceu estocado em tambores de 200 L, com densidade de 700 kg/m³, por aproximadamente 90 dias, sendo denominados os seguintes tratamentos, considerando as silagens das culturas:

Tratamento 1 – silagem de milho em monocultivo (SM);

Tratamento 2 – silagem de soja em monocultivo (SS);

Tratamento 3 – silagem de milho e soja consorciados (SMS).

No momento da ensilagem e após o período de estocagem, os tambores foram pesados e determinadas as perdas por gases, matéria seca (MS) e MS corrigida pelos produtos de fermentação (Weissbach e Strubelt, 2008) via equações:

Perda de gases (%) = $100 \times [\text{peso do silo cheio na ensilagem (kg)} - \text{peso do silo cheio na abertura (kg)}] / \text{massa seca de forragem ensilada (kg)}$.

Perdas Totais de MS (%) = $100 \times (\text{kg de massa seca de forragem ensilada} - \text{kg massa seca de silagem}) / \text{kg massa seca de forragem ensilada}$.

MS corrigida (%MV) = MS estufa (%MV) + 0,08 × ácido láctico (%MV) + 0,77 × 1,2-propanodiol (%MV) + 0,87 × 2,3-butanodiol (%MV) + 0,95 × ácido graxos voláteis (acético, propiônico, iso-butírico, butírico, iso-valérico, valérico) (%MV) + lactato de etila (%MV) + 1-propanol (%MV) + 2-butanol (%MV) + acetato de propila (%MV) + etanol (%MV) + álcool iso-propílico (%MV) + acetato de etila (%MV) + acetona (%MV).

Uma amostra das silagens foi utilizada para preparação de extrato aquoso (25 g de forragem + 225 mL de água destilada) segundo Kung Jr. et al. (1984), usado para determinação de pH, concentrações de produtos de fermentação (cromatógrafo gasoso com detector de massas GCMS QP 2010 plus Shimadzu, Kyoto, Japão), ácido láctico (Pryce, 1969) e amônia (Chaney e Marback, 1962), compondo o perfil fermentativo das silagens.

Após a secagem e moagem das amostras de silagem foram mensurados os teores de matéria seca (MS) corrigida, MS em estufa, matéria mineral (MM) e proteína bruta segundo AOAC (2000). A fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) foram determinadas segundo Van Soest et al. (1991). Os valores de extrato etéreo (EE) foram obtidos pelo método ANKOM XT15 (AOCS, 2005).

Para o cálculo dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi utilizada a equação de Hall (2000), em que: $CNF = 100 - (PB + MM + EE + FDN)$. A digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) foi mensurada via método enzimático proposto por Tilley e Terry (1963). O fracionamento da proteína foi realizado segundo Higgs et al. (2015).

A estabilidade aeróbia das silagens foi avaliada com base em medidas de temperatura e pH, em amostras (3 kg) mantidas em ambiente com temperatura controlada (24°C) durante 10 dias. Para a quebra de estabilidade foi considerada a elevação de 2°C acima da temperatura ambiente. Com a obtenção do banco de dados foram geradas as temperaturas acumuladas em 5 e 10 dias, mensuradas 2 vezes ao dia com termômetro digital.

O experimento foi conduzido usando o delineamento inteiramente ao acaso (3 tratamentos e 5 repetições) com o PROC MIXED do SAS para a análise de variância de acordo com o modelo matemático:

$$Y_i = \mu + \text{Trat}_i + e_i$$

Em que: Y_i são as respostas das médias (μ) dos tratamentos (i) com as silagens em monocultura ou em consórcio e o erro (e_i) associado às observações. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste F e Tukey ($\alpha = 0,05$).

Resultados e Discussões

O consórcio milho-soja apresentou diferenças significativas ($P < 0,05$) para os dados de produção e de MS digestível (Tabela 2). A produção de matéria verde (MV) reduziu de 48,9 para 38,5 ton.ha⁻¹, cerca de 10,4 ton.ha⁻¹ a menos para o milho consorciado. Similar redução ocorreu para a produção de MS, que passou de 14,2 para 11,6 ton.ha⁻¹. Tais reduções de produtividade afetam o rendimento forrageiro quando o intuito é consorciar as culturas para a produção de silagem.

Normalmente, a redução da produtividade de culturas consorciadas está relacionada com a competitividade entre as plantas, devido as diferenças de desenvolvimento e hábitos de crescimento. Além disso, disputa por recursos limitantes ao crescimento como água, dióxido de carbono, nutrientes e luz influenciam na produção de biomassa (Rohrig e Stulzel, 2001). O

plantio da soja na entrelinha do milho pode ter dificultado o desenvolvimento de ambas as culturas, sendo necessário adequação da forma de estabelecimento das espécies.

Tabela 2. Produtividade de matéria verde (MV), matéria seca (MS), grão e MS digestível em ton.ha⁻¹ das culturas de milho e soja produzidas em monocultivo ou consorciadas.

| | Tratamentos | | EPM | P – valor |
|--|-------------------|-----------------|------|-----------|
| | Milho Monocultivo | Milho Consórcio | | |
| Número de plantas, m.linear ¹ | 5,60 | 5,40 | 0,22 | 0,17 |
| Altura da planta, m | 2,24 | 2,32 | 0,05 | 0,30 |
| MV, ton.ha ⁻¹ | 48,9 | 38,5 | 2,25 | <0,01 |
| MS, ton.ha ⁻¹ | 14,2 | 11,6 | 0,51 | <0,01 |
| Grãos, ton.ha ⁻¹ | 9,63 | 7,02 | 0,57 | 0,01 |
| Grão, % MS | 34,9 | 30,1 | 1,16 | 0,01 |
| MS digestível, ton.ha ⁻¹ | 9,40 | 7,01 | 0,38 | 0,02 |
| | Soja Monocultivo | Soja Consórcio | | |
| Número de plantas, m.linear ¹ | 10,8 | 9,0 | 0,72 | 0,11 |
| Altura da planta, cm | 98,8 | 86,5 | 0,02 | <0,01 |
| MV, ton.ha ⁻¹ | 13,2 | 6,80 | 0,61 | <0,01 |
| MS, ton.ha ⁻¹ | 3,90 | 1,44 | 0,35 | <0,01 |
| Grãos, ton.ha ⁻¹ | 3,14 | 0,86 | 0,40 | <0,01 |
| Grão, % MS | 24,8 | 18,8 | 2,12 | 0,03 |
| MS digestível, ton.ha ⁻¹ | 2,40 | 0,87 | 0,22 | <0,01 |

EPM: erro padrão da média.

O consórcio de milho e soja foi avaliado por Serbester et al. (2015) que relataram redução da produção de forragem do milho consorciado comparado ao milho em monocultivo, com redução média de 6,3 ton.ha⁻¹. Os autores justificaram que a concorrência e o uso desigual de recursos ambientais, como a luz e a água, podem explicar o baixo desenvolvimento das culturas consorciadas. Esses desequilíbrios podem ter efeitos negativos (por exemplo, folhas menores e reduzido índice de área foliar) no rendimento da cultura (Chui e Shibles, 1984; Esmail, 1991).

Além do rendimento forrageiro, a produção de grão (ton.ha⁻¹) e a participação da massa de grão (% MS) também reduziram para o milho em consórcio (P<0,05). A produção de grão apresentou redução de aproximadamente 2,6 ton.ha⁻¹, com 9,63 e 7,02 ton.ha⁻¹ para o milho em monocultivo e consorciado, respectivamente. A porcentagem de grão em relação a MS produzida reduziu cerca de 13,7%.

Em culturas consorciadas com o milho, o plantio concomitante de ambas as espécies pode afetar a produtividade de grãos especificamente no intervalo entre a terceira (V3) e a décima segunda folha (V12) determinado como estágio vegetativo. Essa é a fase entre a emergência de

plântulas e a diferenciação da espiga, momento em que se define o potencial de rendimento de grãos da lavoura (Hanway, 1966).

Na produção de silagens advindas de culturas consorciadas, como milho-soja por exemplo, a participação dos grãos na forragem interfere significativamente no valor nutritivo do alimento, principalmente no teor energético da dieta. A proporção de grãos tem sido reconhecida como critério adequado para auxiliar na escolha de híbridos de milho para silagem, por estar correlacionada com o potencial de produção de grãos e MS total pela planta (Nussio e Manzano, 1999).

Além disso, a quantidade de MS digestível produzida é outra forma de avaliação do potencial da cultura em produzir alimento de qualidade. No consórcio milho-soja, além da redução na produção de MS, a digestibilidade do material também foi menor, contribuindo para redução de 2,39 ton.ha⁻¹ de MS digestível para o milho consorciado. Isso representa 25% a menos de produção de material potencialmente digestível, passando de 9,40 para 7,01 toneladas de MS digestível por hectare.

O fator competição fica mais evidente quando se avalia os índices produtivos da soja em monocultivo e consorciada. A produtividade de MV e MS, grãos e MS digestível apresentaram redução significativa de rendimento, com média de aproximadamente 50% de decréscimo de produtividade para todas as variáveis analisadas. Além disso, a altura da planta foi influenciada pela consorciação (P<0,05), passando de 98,8 para 86,5 cm, que está relacionada com a competição com a cultura do milho e contribui para a redução de produtividade.

A menor participação dos grãos na MS final produzida (18,8%) da soja consorciada em relação ao monocultivo (24,8%), também influenciou no valor nutricional da forragem. Além disso, podem ocorrer modificações dos constituintes morfológicos (menor relação folha:caule) pela competição entre plantas e reduzir a DIVMS e, por consequência, redução de aproximadamente 1,5 ton.ha⁻¹ de MS digestível.

Nas avaliações da composição química das silagens produzidas, o teor de MS e MS corrigida da silagem da cultura consorciada (SMS) foi semelhante a silagem de milho em monocultivo (SM), com 27,0 e 27,7% de MS e 29,1 e 28,9% de MS corrigida (Tabela 3).

O baixo teor de MS (19,1%) e MS corrigida (24,2%) da silagem de soja em monocultivo (SS), foi em função da definição do ponto de ensilagem com base na cultura do milho. Esse fato não favoreceu o acúmulo de MS para a soja, devido ao estágio de desenvolvimento inferior ao recomendado para colheita visando a produção de silagem, que é a partir do total enchimento de grãos (R6).

Tabela 3. Composição química das silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS).

| | Tratamentos | | | EPM | P – valor |
|-----------------------------|-------------|---------|---------|------|-----------|
| | SM | SMS | SS | | |
| MS, % | 27,7 a | 27,0 a | 19,1 b | 0,30 | <0,01 |
| MS corrigida, % MS | 29,1 a | 28,9 a | 24,2 b | 0,75 | <0,01 |
| PB, % MS | 7,35 c | 10,3 b | 14,8 a | 0,37 | <0,01 |
| MM, % MS | 4,12 b | 4,32 b | 6,10 a | 0,10 | <0,01 |
| EE, % MS | 2,93 b | 3,21 b | 7,40 a | 0,12 | <0,01 |
| FDN, % MS | 52,7 a | 49,8 ab | 47,7 b | 0,79 | 0,05 |
| FDA, % MS | 29,3 b | 29,3 b | 34,1 a | 0,35 | <0,01 |
| CNF, % MS | 32,8 a | 32,4 a | 20,3 b | 0,96 | <0,01 |
| CHOS, % MS | 3,59 a | 3,19 a | 0,38 b | 0,21 | <0,01 |
| DIVMS, % | 60,7 a | 59,3 a | 52,9 b | 1,63 | <0,01 |
| Frações Nitrogenadas | | | | | |
| Nitrogênio total (NT), % MS | 1,17 c | 1,64 b | 2,36 a | 0,10 | <0,01 |
| Fração A1, % NT | 2,79 b | 2,64 b | 9,63 a | 0,89 | <0,01 |
| Fração A2, % NT | 45,2 a | 47,1 a | 25,9 b | 3,08 | 0,04 |
| Fração B1, % NT | 40,8 b | 38,1 b | 50,1 a | 1,34 | <0,01 |
| Fração B2, % NT | 3,58 a | 3,06 b | 2,71 c | 0,12 | <0,01 |
| Fração C, % NT | 7,47 b | 7,18 b | 11,37 a | 0,18 | <0,01 |

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos; CHOS: carboidratos solúveis; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da MS; A1: amônia; A2: nitrogênio solúvel; B1: nitrogênio insolúvel; B2: nitrogênio ligado a FDN; C: indigestível. EPM: erro padrão da média; ^{a,b,c} médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$)

A correção do teor de MS das silagens expressa de forma real os valores desse constituinte. Essa correção considera que os produtos de fermentação apresentam concentrações distintas na massa ensilada e são perdidos por volatilização durante o processo de secagem em estufa.

O teor de PB da SMS foi superior a SM ($P < 0,05$), com 10,3 e 7,35%, respectivamente. Consideráveis teores de proteína são mais facilmente observados quando a proporção de soja na mistura é superior a 30% (Martínez-García et al., 2015; Stella et al., 2016; Carpici, 2016). Nesse específico caso, a soja representou apenas 15% da forragem produzida no consórcio.

A possibilidade de aumento do teor proteico das silagens, por meio da associação de milho-soja, pode diminuir a relação volumoso:concentrado da dieta. Entretanto, é válido considerar a viabilidade da tecnologia pelo preço de implantação da lavoura consorciada e a logística de plantio em relação ao preço das fontes proteicas, independente da proporção de leguminosa na silagem.

A SS apresentou 14,8% de PB, porém grande parte do nitrogênio está na forma de nitrogênio não proteico (NNP). Durante o processo fermentativo, de 7 a 87% dos compostos nitrogenados das leguminosas são convertidos a NNP. Essa alta proteólise reduz a ingestão de MS, a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados e o desempenho animal (Muck, 1987).

Todas as frações nitrogenadas de menor disponibilidade (A1, B1 e C) da SS foram superiores ($P < 0,05$) as SM e SMS, com destaque para a fração B1 (nitrogênio insolúvel) que representou 50,1% do NT. Cerca de 74% das frações de N da SS não estão prontamente disponíveis para os animais, com apenas 25,9% de N solúvel, podendo ocasionar déficit de tal nutriente na dieta. A fração B2 da SS (2,71%) foi menor ($P < 0,05$) em relação a SM (3,58%) e SMS (3,06%), podendo estar relacionada aos diferentes compostos estruturais presentes em cada cultura, já que grande parte do N está concentrada nos grãos da soja.

Os teores de MM e EE da SMS não foram alterados ($P < 0,05$) quando comparados a SM. Já a SS, devido as características da leguminosa, apresentou maiores teores de MM (6,10%) e EE (7,40%) em relação as demais silagens, pois apresentam quantidades consideráveis de cálcio, fósforo e potássio (Eichelberger et al., 1997) em sua composição, além de óleo no grão.

Serbester et al. (2015) relataram aumento nos conteúdos de PB, EE e MM das silagens mistas das culturas de milho e soja consorciadas, bem como dos teores de cálcio, potássio e magnésio, quando comparadas a silagem de milho em monocultivo. Leguminosas possuem maior quantidade de macro e micro minerais, com 2 a 3 vezes mais cálcio (Paulson et al., 2008) quando comparadas com gramíneas.

Para a SMS os teores de FDN, FDA e CNF (49,8; 29,3 e 32,4%) não apresentaram alterações em relação a SM (52,7; 29,5 e 32,8%). Elevados teores de fibra podem resultar em qualidade aquém dos valores considerados ideais para uma silagem de qualidade e para atender as exigências nutricionais dos animais. Tais proporções podem ser resultado da menor quantidade de grãos na massa ensilada. Em revisão de literatura, Zopollatto e Sarturi (2009) verificaram teores de FDN menores para silagens de milho, entre 39,0 e 48,6%, em comparação aos observados neste estudo e pode ser atribuído ao híbrido utilizado.

A SS apresentou menor ($P < 0,05$) teor de FDN (47,7%) em relação a SM e maior FDA (34,1%) perante as SM e SMS. Também a concentração de CNF (20,3%) foi menor ($P < 0,05$) na SS em relação as demais silagens. Este fato pode ser atribuído as características da planta e ao estágio de desenvolvimento no momento da colheita da soja (R5), com menor acúmulo de biomassa e translocação dos assimilados da fotossíntese para o enchimento de grãos (Ritchie et al., 1977).

O teor de CHOS da SS (0,38%) foi menor ($P < 0,05$) em relação as demais silagens. A silagem de leguminosas normalmente é caracterizada por reduzida queda de pH, associada a extensiva duração da fermentação. Esse comportamento implica em queda na quantidade de CHOS, principal substrato para formação dos produtos de fermentação benéficos ou não ao processo de conservação da forragem.

Nesse sentido, Lempp et al. (2000) descreveram que dependendo da concentração de soja na consorciação com o milho poderá ocorrer redução do nível de carboidratos solúveis, que associado ao elevado poder tamponante, prejudicam a fermentação láctica e a redução do pH da silagem. Entretanto, no presente estudo, a presença de soja na SMS não alterou o teor de CHOS (3,19%), sendo semelhante ao valor observado na SM (3,59%).

Não foi observado diferença na DIVMS da SMS (59,3%) comparado a SM (60,7%), enquanto a SS apresentou a menor DIVMS (52,9%). Este fato está relacionado ao maior teor de FDA na silagem, uma vez que leguminosas geralmente apresentam mais componentes lignocelulósicos que forrageiras em igual estágio fenológico. Além disso, a SS também apresentou menor CNF, que representa compostos de mais digestibilidade como açúcares solúveis e amido. Eichelberger et al. (1997) e Stella et al. (2016) também não observaram diferença na DIVMS quando incluíram até 50% de planta de soja na ensilagem de milho.

Além da composição química das silagens, as características do processo fermentativo contribuem para a qualidade do produto final. Valores de pH expressam a acidez e o potencial de armazenamento da forragem, embora silagens com mesmo pH podem conter diferentes concentrações de ácidos. O pH das SM e SMS foram similares, com valores de 3,74 e 3,77 respectivamente, indicando que a quantidade de soja na mistura não foi suficiente para alterar a acidificação da forragem (Tabela 4).

Os valores de N-NH₃ foram similares para SM e SMS (2,79 e 2,64%). Silagens com bom padrão fermentativo normalmente apresentam pH de 3,7 - 4,2 e N-NH₃ menor que 5% NT (Kung Jr. e Shaver, 2001), e indica que a consorciação milho-soja não prejudicou a qualidade de fermentação.

As maiores concentrações de N-NH₃ na SS (9,63%) são causadas pelo elevado pH, que favorece o crescimento de microrganismos proteolíticos, principalmente do gênero *Clostridium* spp., indicando silagem de pior qualidade. Este fato se confirma pela alta concentração de ácido butírico (8,75% MS) e baixa de ácido láctico (0,20% MS). Outros ácidos menos expressivos também são formados, como propiônico, valérico e iso-valérico, fórmico, iso-butírico e 2,3-butanodiol, todos associados a perdas no valor nutricional e baixa palatabilidade. As

concentrações de tais ácidos foram extremamente elevadas na silagem exclusiva de soja, até 10 vezes mais se comparado com SM e SMS.

Tabela 4. Produtos de fermentação das silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS).

| | Tratamentos | | | EPM | P – valor |
|---------------------------------|-------------|---------|----------|------|-----------|
| | SM | SMS | SS | | |
| pH | 3,74 b | 3,77 b | 5,26 a | 0,27 | <0,01 |
| N-NH ₃ , % NT | 2,79 b | 2,64 b | 9,63 a | 0,95 | <0,01 |
| <i>Ácidos</i> | | | | | |
| Ácido butírico ¹ | 0,01 b | 0,27 b | 8,75 a | 0,21 | <0,01 |
| Ácido acético ¹ | 2,48 b | 1,57 c | 4,31 a | 0,04 | <0,01 |
| Ácido láctico ¹ | 1,92 a | 1,97 a | 0,20 b | 0,11 | <0,01 |
| Ácido propiônico ¹ | 0,10 b | 0,06 b | 1,31 a | 0,03 | <0,01 |
| Ácido valérico ² | 10,3 b | 417,9 b | 5051,4 a | 221 | <0,01 |
| Ácido fórmico ² | 561,6 b | 488,1 b | 3145,3 a | 117 | <0,01 |
| Iso-valérico ² | 23,2 b | 278,1 b | 3462,8 a | 131 | <0,01 |
| Iso-butírico ² | 15,4 b | 138,2 b | 2650,1 a | 61,3 | <0,01 |
| <i>Álcoois</i> | | | | | |
| Etanol ² | 1,33 b | 1,35 b | 2,07 a | 0,07 | <0,01 |
| 2,3-butanodiol ² | 687,6 b | 487,7 b | 6874,1 a | 168 | <0,01 |
| Metanol ² | 204,1 b | 159,1 b | 2329,8 a | 62,2 | 0,01 |
| <i>Cetonas</i> | | | | | |
| Acetona ² | 126,3 b | 18,8 c | 148,4 a | 3,76 | 0,01 |
| <i>Ésteres</i> | | | | | |
| Acetato de etila ² | 73,5 a | 51,1 b | 28,9 c | 3,52 | 0,01 |
| Lactato de etila ² | 228,6 b | 246,4 a | 7,76 c | 3,55 | 0,03 |
| Acetato de propila ² | 2,75 b | 0,64 c | 2,98 a | 0,27 | 0,01 |

¹ % MS corrigida; ² mg.kgMS⁻¹; N-NH₃: nitrogênio amoniacal; NT: nitrogênio total; EPM: erro padrão da média; ^{a,b,c} médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$).

Além disso, quando a forragem apresenta alta CT e lenta queda de pH, microrganismos secundários competem de forma significativa com as bactérias ácido lácticas (BAL) por substrato e produzem ácidos fracos para a conservação do material. As enterobactérias, que dominam o início da fermentação, produzem ácido acético e fórmico, algumas produzem 2,3-butanodiol e também são responsáveis por parte do N-NH₃ formado a partir da degradação da proteína e da redução de NO₃ (Spoelstra, 1987).

Na SS a concentração de ácido acético (4,31% MS) foi superior as SM (2,48% MS) e SMS (1,57% MS). Segundo Li & Nishino (2011), silagens com alta umidade e período de estocagem prolongado podem apresentar intensa fermentação ácido acética (> 3 a 4% de MS).

A menor produção de ácido acético para SMS pode ser resultante da inibição das enterobactérias ou de bactérias heterofermentativas por meio de outros compostos formados durante a fermentação, porém tal fato não pode ser claramente elucidado. Além disso, para a SM pode ter ocorrido desenvolvimento de bactérias heterofermentativas que degradam ácido láctico a ácido acético e 1,2-propanodiol (Oude-Elferink et al., 2001).

Outros compostos formados, como álcoois, cetonas e ésteres, foram superiores na SS e representam consumo dos carboidratos fermentescíveis (sacarose, glicose, frutose, etc.) e produção de CO₂, que aumentam as perdas de MS e não contribuem para conservação do material ensilado. As perdas decorrentes de problemas na conservação da silagem, como produção de efluentes, produção de gases e deterioração no painel do silo podem chegar a 40% da massa ensilada (McDonald et al., 1991).

As perdas durante o processo fermentativo foram maiores para a SS quando comparadas as SM e SMS (Figura 3). As perdas por gases (PGAS) na SS (9,85%) foram em média seis vezes maiores e caracterizam a ineficiente fermentação do material, com baixa conservação e excessivas perdas de CO₂. Quando se compara as perdas de MS (PMS) em relação a MS corrigida (PMScor) observa-se a magnitude do erro e superestimação das médias em 5, 7 e 27% para SM, SMS e SS, respectivamente, já que normalmente as perdas por gases e MS são similares.

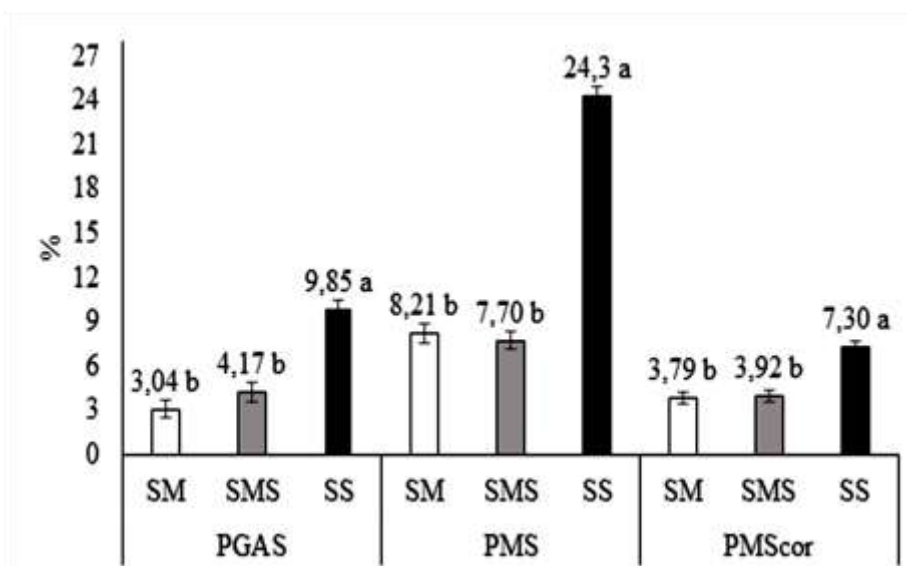


Figura 3. Perdas fermentativas de gases (PGAS), matéria seca (PMS) e matéria seca corrigida (PMScor) das silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS). EPM: 0,55; $P < 0,01$ para efeito de tratamento; ^{a,b,c} Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

A PMScor expressa proporção condizente as perdas por gases. Para a SS as perdas de MScor (7,3%) foram superiores ao observado na SM (3,79%) e SMS (3,92%), e pode ser

resultante da alta umidade do material no momento da ensilagem. Dias et al. (2010) relataram maiores perdas de MS quando a soja foi colhida no estágio R5 em relação ao R6 e R7, fato atribuído especialmente ao teor de MS no momento da ensilagem. A alta umidade da forragem contribui para o desenvolvimento de microrganismos deterioradores ou heterofermentativos e formação de fermentações indesejadas, com maior produção de CO₂.

A estabilidade aeróbia da SM e SMS apresentaram similaridade entre o tempo para início da deterioração do material, com 49 e 72 horas, respectivamente, e mesmo acúmulo de temperatura aos 5 e 10 dias de exposição ao ar (Tabela 5). A inclusão de soja na mistura contribuiu para aumentar numericamente o tempo de início da deterioração do material, porém a quantidade na mistura não foi suficiente para expressar o potencial de melhoria da estabilidade aeróbia.

Tabela 5. Estabilidade aeróbia e temperatura acumulada das silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS).

| | Tratamentos | | | EPM | P – valor |
|------------------------------------|-------------|------|--------|------|-----------|
| | SM | SMS | SS | | |
| Estabilidade aeróbia (horas) | 49 b | 72 b | 192 a | 11,9 | <0,01 |
| Temperatura acumulada em 5 d (°C) | 30 a | 36 a | 0,15 b | 2,16 | <0,01 |
| Temperatura acumulada em 10 d (°C) | 78 a | 59 a | 8 b | 6,5 | 0,03 |

^{a,b,c} médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$); EPM: erro padrão da média.

Barbosa et al. (2011) não observaram melhorias da estabilidade aeróbia das silagens mistas de milho e soja, com inclusão de 5, 10 e 15% de soja na mistura, com maiores taxas de aquecimento nas silagens mistas em relação ao milho exclusivo, atribuindo o fato a menor participação da soja na massa total ensilada.

A SS apresentou maior estabilidade aeróbia (192 h) e reduzido acúmulo de temperatura em função dos dias de exposição ao ar. A baixa qualidade fermentativa contribuiu para inibição dos microrganismos deterioradores. A quantidade de ácidos acético, butírico e propiônico foram elevadas e reduzem a probabilidade de crescimento de leveduras e fungos (Wilkinson e Davies, 2012), atrelado a menor quantidade de carboidratos solúveis e ácido lático residuais (Pahlow et al., 2003).

Em pesquisa com 264 silagens de leguminosas, Pahlow et al. (2001) reportaram que todos os materiais foram estáveis a exposição ao ar em média por 96 h (4 d) e 89% apresentaram estabilidade aeróbia de até 168 h (7 d).

A SM e SMS apresentaram bom padrão fermentativo e maiores teores de carboidratos solúveis residuais, e segundo Jobim et al., (2007), favorece a atividade microbiana deterioradora perante a exposição ao oxigênio, com consumo dos ácidos que conservam o material, resultando em aumento do pH e da temperatura. O primeiro pico de temperatura (Figura 4) é proveniente do desenvolvimento de leveduras, que desencadeiam a quebra da estabilidade com aumento do pH (Figura 5), e, por consequência, o segundo pico é reflexo do desenvolvimento de fungos filamentosos (Wilkinson e Davies, 2012).

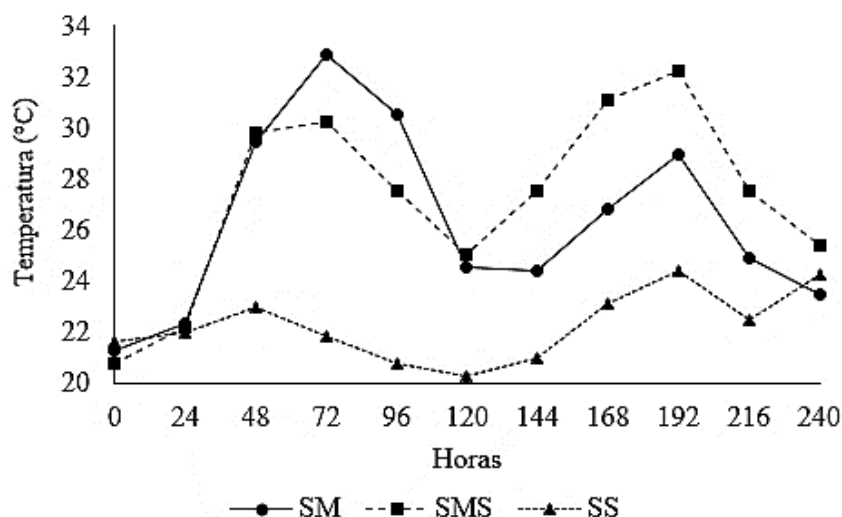


Figura 4. Valores observados de temperatura para as silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS) durante a exposição aeróbia.

As características fermentativas da SS propiciaram menores taxas de aquecimento durante o tempo de exposição ao ar (Figura 4). O pH elevado ao final do período fermentativo e a inibição de microrganismos deterioradores foram relevantes para não alteração expressiva do pH após a abertura dos silos (Figura 5).

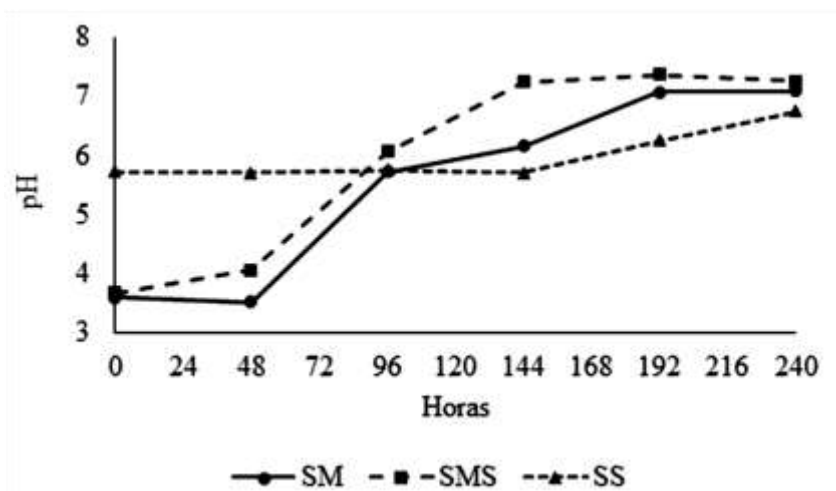


Figura 5. Valores observados de pH para as silagens de milho (MS) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS) durante a exposição aeróbia.

Pitt et al. (1991) modelaram o crescimento de leveduras e fungos em silagens sob deterioração aeróbia e concluíram que a estabilidade aeróbia provavelmente seria maior quando a cultura apresentasse alta capacidade tampão, baixa concentração de MS e carboidratos solúveis suficientes para reduzir o pH no processo fermentativo, porém sem grandes quantidades residuais.

Conclusões

1. As culturas de milho e soja consorciadas apresentaram redução na produtividade de forragem e de grãos.
2. A silagem do consórcio milho-soja apresentou maior teor de PB, quando comparado a silagem de milho, sem afetar o perfil e as perdas fermentativas. Porém não resultou em aumento da estabilidade aeróbica.

Referências Bibliográficas

- AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. 2000.
- AOCS OFFICIAL PROCEDURE. Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction. Approved Procedure Am 5-04. **American Oil Chemists Society**, Urbana, IL, 2005.
- BAGHDADI, A.; HALIM, R.A.; RADZIAH, O.; MARTINI, M.Y.; EBRAHIMI, M. Fermentation characteristics and nutritive value of corn silage intercropped with soybean under different crop combination ratios. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v.26, n.6, p. 1710-1717, 2016.
- BARBOSA, L. A.; REZENDE, A. V.; RABELO, C. H. S.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A. Estabilidade Aeróbia de Silagens de Milho e Soja Exclusivas ou Associadas. **Ars Veterinária**, v.27, n.4, 255-262, 2011.
- BERNARDES, T.F. **Levantamento das práticas de produção e uso de silagens em fazendas leiteiras no Brasil**. Universidade Federal de Lavras, Lavras (E-book), 2012. 17p. Disponível em: <http://www.ufla.br/ascom/wp-content/uploads/2012/03/EBOOK-SILAGEM1.pdf>. Acesso em: 31 out. 2017.
- CARPICI, E. B. Nutritive values of soybean silages ensiled with maize at different rates. **Legume Research**, v. 39, n.5, p. 810-813, 2016.
- CHANEY, A. L., E. P. MARBACK. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v. 8, p. 130-137, 1962.
- CHUI, J.A.N., SHIBLES, R. Influence of spatial arrangements of corn on performance of an associated soybean intercrop. **Field Crops Research**, v.8, p. 187-198, 1984.
- COSTA, P.M.; VILLELA, S.D.J.; LEONEL, F.P.; ARAÚJO, S.A.C.; ARAÚJO, K.G.; RUAS, J.R.M.; COELHO, F.S. ; ANDRADE, V.R. Intercropping of corn, brachiaria grass and leguminous plants: productivity, quality and composition of silages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41(10), p.2144-2149, 2012.
- DA SILVA, M.S.J.; EMILE, J.C.; AUDEBERT, G.; WALCZAK, P.; NOVAK, S. Associer une légumineuse au sorgho pour améliorer la qualité de la ration. In: RENCONTRE RECHERCHE RUMINANTS, 21, 2014, Paris, **Anais...** Paris: 3R, 2014. p. 128.
- DE PAULA, F.A.; VILELA, H.H. Ensilagem de Soja com Adição de Fubá. **Anais...** In: 9º Congresso Mineiro De Inovações Agropecuárias, Patos de Minas – MG, p. 810-812, 2016.

- DIAS, F.J.; JOBIM, C.C.; FILHO, J.L.S.; JUNIOR, V.H.B.; POPPI, E.C.; SANTELLO, G.A. Composição química e perdas totais de matéria seca na silagem de planta de soja. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v.32, n.1, p. 19-26, 2010.
- EICHELBERGER, L.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JUNIOR, P. Efeitos da inclusão de soja ou feijão miúdo e uso de inoculante na qualidade da silagem de milho. **Revista Brasileira de ESMAIL, S.H.M.** Benefits of intercrops as feed sources for livestock. **Rangelands**, v.13, p.193-195, 1991.
- HALL, M. B. Neutral detergent-soluble carbohydrates: nutritional relevance and analysis. **Boletim 339**. Gainesville: University of Florida, 2000, 77 p.
- HANWAY, J. J. **How a corn plant develops**. Iowa Agricultural and Home Economics Experiment Station Publications. Special Report n. 38. 1966, 20 p.
- HIGGS, R. J.; CHASE, L. E.; ROSS, D. A.; VAN AMBURGH, M. E. Updating the Cornell net carbohydrate and protein system feed library and analyzing model sensitivity to feed inputs. **Journal of Animal Science**, v. 98, p. 6340-6360, 2015.
- JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.
- JOHNSON, R.R.; BALWANI, T.L.; JOHNSON, L.J.; MCCLURE, K.E.; DEHORITY, B.A. Corn plant maturity. Effect on in vitro cellulose digestibility and soluble carbohydrate content. **Journal of Animal Science**, v. 25, n.2, p.617-623, 1966.
- KAWAMOTO, H., TOUNO, E., UCHINO, H., UOZUMI, S. Comparison of fermentation quality and ruminal degradability between two different harvest timings of forage soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) ensiled with the corn-silage system. **Grassland Science**, n. 59, p. 120–123, 2013.
- KOOHI, S.S.; NASROLLAHZADEH, S.; RAEI, Y. Evaluation of chlorophyll value, protein content and yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.)/mungbean (*Vigna radiate* L.) intercropping. **International journal of Biosciences**, v. 4, n. 8, p. 136-143, 2014.
- KUNG, L., JR., D. B. GRIEVE, J. W. THOMAS, J. T. HUBER. Added ammonia or microbial inocula for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v. 67, p.299–306, 1984.
- KUNG JR., L.; SHAVER, R. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. University of Wisconsin, Madison, WI, USA. **Focus on Forage**, n. 3, v.13, p. 1-5, 2001.

- LEMPP, B.; MORAES, M. G.; SOUZA, L. C. F. Produção de milho em cultivo exclusivo ou consorciado com soja e qualidade de suas silagens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.3, p. 243-249, 2000.
- LI, Y.; NISHINO, N. Effects of inoculation of *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus buchneri* on fermentation, aerobic stability and microbial communities in whole crop corn silage. **Grassland Science**, v.57, p. 184-191, 2011.
- LIU, M., SIEZEN, R. Comparative genomics of flavour-forming pathways in lactic acid bacteria. **Australian Journal of Dairy Technology**, v. 61, v.2, p. 61-68, 2006.
- LIU, X.; RAHMAN, T.; SONG, C.; SU, B.; YANG, F.; YONG, T.; WU, Y.; ZHANG, C.; YANG, W. Changes in light environment, morphology, growth and yield of soybean in maize-soybean intercropping systems. **Field Crops Research**, v. 200, p. 38–46, 2017.
- MARTÍNEZ-GARCÍA, C.G.; VALENCIA-NÚÑEZ, K.; BASTIDA-LÓPEZ, J.; ESTRADA-FLORES, J.G.; LAMA, G.C.M.; CRUZ-MONTERROSA, R.G.; RAYAS-AMOR, A.A. Effect of different combinations of soybean-maize silage on its chemical composition, nutrient intake, degradability, and performance of Pelibuey lambs. **Tropical Animal Health Production**, v. 47, p. 1561–1566, 2015.
- McDONALD P., HENDERSON A.R.; HERON S.J.E. **The biochemistry of silage**, 2nd ed. Marlow, UK: Chalcombe Publications, 340 p., 1991.
- MUCK, R. E. Dry matter level effects on alfalfa silage quality. I. Nitrogen transformations. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, v.30, p. 7-14, 1987.
- NI, K., WANG, F., ZHU, B., YANG, J., ZHOU, G., PAN, Y., ZHONG, J. Effects of lactic acid bacteria and molasses additives on the microbial community and fermentation quality of soybean silage. **Bioresource Technology**, v. 238, p. 706-715, 2017.
- NKOSI, B.D.; MEESKE, R.; LANGA, T.; MOTIANG, M. D.; MODIBA, S.; MUTAVHATSIND, T.F.; MALEBANA, I.M.M.; GROENEWALD, I.B. Effects of bacterial inoculation on the fermentation characteristics and aerobic stability of ensiled whole plant soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.). **South African Journal of Animal Science**, v. 46, n. 2, p. 129-138, 2016.
- NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P. Silagem de milho, In: Simpósio sobre Nutrição de Bovinos: Alimentação suplementar. Piracicaba, **Anais...** Piracicaba, FEALQ, v. 7, p. 27-46, 1999.
- OLIVEIRA, R.D.; SILVA, C.M.; MIELEZRSKI, F.; LIMA, J.S.B.; EDVAN, R.L. Harvest growth stages in soybean cultivars intended for silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, p. 383-387, 2016.

- OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J.C. Et Al. Silage Fermentation Processes and their Manipulation. In: FAO ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, 1999, Rome. Silage Making In The Tropics With Emphasis On Smallholders. Proceedings... Rome: FAO, 2000. P.17-30.
- PAHLOW G.; RAMMER C.; SLOTTNER D.; TUORI M. **Ensiling Of Legumes**. IN: WILKINS R.J.; PAUL C. Legume silages for animal production. Landbauforschung Volkenrode, Sonderheft, v. 234, p. 27–31, 2001.
- PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S.J.W.H.O.; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.). Silage science and technology. Madison: **American Society of Agronomy**, p. 31-93, 2003.
- PAULSON, J., JUNG, H., RAETH-KNIGHT, M., LINN, J. Grass vs legume forages for dairy cattle. In: **Anais...** Minnesota Nutrition Conference, Saint Paul, MA, USA, p. 1-15, 2008.
- PITT R.E.; MUCK R.E.; PICKERING N.B. A model of aerobic fungal growth in silage: Aerobic stability. **Grass and Forage Science**, n. 46, v. 2, p. 301-312, 1991.
- PRYCE, J.D. Modification of the Barker & Summerson method to determine lactic acid. **Analyst**, n. 94, p. 1151-1152, 1969.
- RIBEIRO, T.B.; BUSO, W.H.D.; SILVA, L.O.; OLIVEIRA, H.P.; MODESTO, K.P.; MACHADO, A.S. Composição Bromatológica da Silagem de Soja com Adição de Farelo de Trigo e Casca de Soja. **Anais...** IV Congresso Estadual de Iniciação Científica do IF Goiano, 2015. In: <https://ifgoiano.edu.br/ceic/anais/files/papers/20547.pdf>.
- RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E.; BENSON, G.O. How a soybean plant develops. Ames: **Iowa State University of Science and Technology**, 20p, 1977.
- ROHRIG, M.; STUTZEL, H. A model for light competition between vegetable crops and weed. **European Journal of Agronomy**, v. 14, p 13-29, 2001.
- SERBESTER, U.; AKKAYA, M.R.; YUCEL, C.; GORGULU, M. Comparison of yield, nutritive value, and in vitro digestibility of monocrop and intercropped corn-soybean silages cut at two maturity stages. **Italian Journal of Animal Science**, v. 14, p.66-70, 2015.
- SPANGHERO, M.; C.ZANFI; M. SIGNOR; D. DAVANZO; V. VOLPE; S. VENERUS. Effects of plant vegetative stage and field drying time on chemical composition and *in vitro* ruminal degradation of forage soybean silage. **Animal Feed Science and Technology**, n. 200, p. 102–106, 2015.
- STELLA, L.A.; PERIPOLLI, V.; PRATES, E.R.; BARCELLOS, J.O.J. Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.73, n.1, p.73-79, 2016.

- SPOELSTRA, S.F. Degradation of nitrate by enterobacteria during silage fermentation of grass. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v. 35, p. 43-54, 1987.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WEISSBACH, F.E.; STRUBELT, C. Correcting the dry matter content of maize silages as a substrate for biogas production. **Landtechnik**, n. 2, v. 63, p. 82-83, 2008.
- WEISSBACH, F. E. Determination of buffering capacity of forage plants and its importance to the assessment of fermentability. In: Interational Symposium in Rostock, Deutsche Akademie Landwirtschaftswiss. Berlin, Germany, **Proceedings...** n. 92, p. 211-220, 1967.
- WILKINSON, J.M.; DAVIES, D.R. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. **Grass Forage Science**, n. 68, p. 1-19, 2012.
- ZOPOLLATO, M.; SARTURI, J.O. Optimization of the animal production system based on the selection of corn cultivars for silage. In: International Symposium on Forage Quality and Conservation, São Pedro, **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, p.73-90, 2009.

IV. Desempenho de cordeiros alimentados com silagens de milho e soja em monocultivo e consorciados

(Normas: Pesquisa Agropecuária Brasileira)

Resumo - Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo de cordeiros alimentados com silagens de milho e soja em monocultivo e em consorciação. Foram utilizados o híbrido de milho 2B877PW e variedade de soja RR2Pro®, sendo denominados os tratamentos: dietas com silagem de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e dieta com silagem de milho e soja (SMS) consorciados. A ensilagem foi realizada em tambores de 200 L e estocados por 90 dias. Foram utilizados oito cordeiros mestiços machos por tratamento, totalizando 24 animais, por 70 dias. A SS proporcionou redução do CMS (967 g.dia⁻¹) e DMS (62,5%), com menor eficiência alimentar (0,195) e GMD (190 g.dia⁻¹). A dieta com SM e SMS promove maior desempenho animal, resultante do maior consumo de nutrientes (1097 e 1056 g.dia⁻¹) e digestibilidade da MS (69,6 e 68,7%), em relação a dieta SS. A dieta com SMS não apresentou alterações no valor nutricional com a participação de 15% de soja na mistura. O uso da silagem de soja (SS) como fonte de forragem não é recomendado como fonte exclusiva de volumoso para sistemas intensivos de produção.

Termos para indexação: consórcio, consumo, digestibilidade, ganho de peso

Performance of lambs fed maize and soybean silages in monoculture and intercropped

Abstract - The objectives were to evaluate the performance and meat characteristics of lambs fed corn and soybean silages in monoculture and intercropped. The maize hybrid (2B877PW) and soybean variety (RR2Pro®) were used, being the treatments: diets with maize silage (MS) and soybean silage (SS) in monoculture and diets with maize-soybean silage (MSS) intercropping. The ensiling was realized in 200 L experimental silos and stored for 90 days. Eight crossed male lambs, non-castrated per treatment were used, totaling 24 animals, during 70 days. The SS diet decreased DM intake (967 g.day⁻¹) and DM digestibility (62.5%), with lower feed efficiency (0.195) and ADG (190 g.day⁻¹). The MS and MSS diet promoted higher animal performance, resulting from higher nutrient intake (1097 and 1056 g.day⁻¹) and DM digestibility (69.6 and 68.7%), relative to the SS diet. The MSS diet did not changes its nutritional value with addition of 15% soybean proportion in the mixture. The use of soybean silage (SS) is not recommended as a sole forage source for intensive production systems.

Index terms: digestibility, intake, intercrop, average gain

Introdução

Os custos com alimentação é o principal fator que onera a intensificação da produção animal. A oscilação do preço das fontes energéticas e proteicas (milho e soja, por exemplo) no mercado interno segue o padrão das commodities internacionais. Além das restrições econômicas, a competição com a alimentação humana pode limitar o nível de inclusão de grãos na dieta e afetar negativamente a terminação de animais em confinamento (Awawdeh et al., 2009).

Alternativas de armazenamento e de fontes alimentares visam minimizar os custos dos sistemas produtivos sem alterar a oferta de produtos de origem animal. Nesse contexto, a inclusão de soja (*Glycine max.*) como forragem é uma alternativa para diversificar a fonte proteica das dietas para ruminantes. Além disso, o armazenamento em forma de silagem garante alimento em situações de escassez de forragem e aumento no preço do grão.

Avaliações na qualidade da forragem são necessárias para garantir melhorias no desempenho animal e viabilidade de implantação de tecnologias diversificadas. É sabido que as leguminosas apresentam algumas limitações para produção de silagem. A alta capacidade tamponante e baixa concentração de carboidratos solúveis e MS comprometem o processo fermentativo e reduz o valor nutricional da silagem.

Uma possibilidade de aproveitamento das características nutricionais da soja como forragem é o consórcio com gramíneas para produção de silagem. Essa tecnologia visa associar os benefícios de ambas as culturas, com melhor aproveitamento dos recursos ambientais (Costa et al., 2012) ou a possibilidade de incremento na composição nutricional, com elevação dos teores de proteína bruta (Contreras-Govea et al., 2011; Stella et al., 2016).

No Brasil, os estudos com silagens mistas de milho e soja ainda são pouco conclusivos, já que o uso da leguminosa como forragem não se caracteriza como alimento tradicional na produção animal. Divergências nos resultados de consumo, digestibilidade e produção são constantes, principalmente em relação a proporção na dieta e uso de aditivos.

Além disso, a possibilidade de aumento dos teores de proteína da dieta e redução do uso de concentrados proteicos é questionável e necessita de avaliações para real possibilidade de uso para melhorias no desempenho animal e redução dos custos.

Devido a demanda de informações sobre o uso de silagens mistas, objetivou-se avaliar o desempenho de cordeiros alimentados com silagens de milho e soja em monocultivo e em consorciação.

Material e Métodos

A etapa a campo de experimentação animal foi conduzida na Fazenda Experimental e as análises realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Zootecnia, ambas pertencente a Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Foram utilizados o híbrido de milho 2B877PW e variedade de soja RR2 Pro® com plantio em monocultivo e consorciados. O arranjo do plantio para o monocultivo foi realizado em linhas com 90 cm de espaçamento e cerca de 6 sementes por metro, totalizando um *stand* de aproximadamente 60.000 plantas.ha⁻¹. O arranjo do plantio para a soja em monocultivo foi em linhas com 45 cm de espaçamento e 13 sementes por metro, totalizando 289.000 plantas.ha⁻¹.

Para o estabelecimento da consorciação, o plantio da soja foi realizado nas entre linhas do milho, mantendo a mesma população de plantas. A proporção de soja na mistura representou 15% na matéria natural (verificada via avaliações agronômicas).

Para a colheita das culturas foi considerado como referência o ponto de ensilagem do milho, com ½ da linha do leite do grão (89 dias pós plantio), para padronização das avaliações. Nesse momento, a soja estava em estágio fenológico de R5.4, caracterizada como fase de enchimento do grão e 50-75% de granação, sendo denominados os seguintes tratamentos:

Tratamento 1 – dietas com silagem de milho em monocultivo (SM);

Tratamento 2 – dietas com silagem de soja em monocultivo (SS);

Tratamento 3 – dietas com silagem de milho e soja consorciados (SMS).

A partir das silagens produzidas (Tabela 1) foram formuladas as dietas experimentais com base no FDN de forragem, de acordo com as exigências para ganhos de aproximadamente 300 g/dia (NRC, 2007), baseados no peso médio dos animais.

Para obtenção dos dados de desempenho, foram utilizados oito cordeiros machos mestiços, não castrados, por tratamento com peso corporal médio de 23 kg (\pm 3,50), totalizando 24 animais. Os animais foram distribuídos em blocos por peso corporal inicial (PCi), alojados em baias individuais providas de comedouro e bebedouros.

A utilização dos animais na pesquisa obedeceu às especificações e cuidados impostos pelo conselho de ética e proteção dos animais (CEUA/UEM n° 5430020316).

O período de avaliação foi de 70 dias (20 d para adaptação e 50 d para coletas de dados) até que os animais atingissem peso médio de 35 kg (\pm 2,20). As dietas experimentais (Tabela 2) foram fornecidas 2 vezes ao dia (08h e 16h), a coleta e pesagem de sobras foram realizada no período da manhã, para posterior determinação do total de nutrientes consumidos e ajuste de consumo, estimando-se sobras de 10% do total fornecido diário.

Tabela 1. Caracterização das silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e silagem de milho e soja consorciados (SMS).

| Composição química | Silagens | | |
|--------------------------------|----------|------|------|
| | SM | SMS | SS |
| MS, % MN | 29,1 | 28,9 | 24,2 |
| PB, % MS | 7,35 | 10,3 | 14,8 |
| MM, % MS | 4,12 | 4,32 | 6,10 |
| EE, % MS | 2,93 | 3,21 | 7,40 |
| FDN, % MS | 52,7 | 49,8 | 47,7 |
| FDA, % MS | 29,3 | 29,3 | 34,1 |
| CNF, % MS | 32,8 | 32,4 | 20,3 |
| CHOS, % MS | 3,59 | 3,19 | 0,38 |
| Perfil fermentativo | | | |
| pH | 3,74 | 3,77 | 5,26 |
| N-NH ₃ , % NT | 2,79 | 2,64 | 9,63 |
| Ácido láctico, % MS | 1,92 | 1,97 | 0,20 |
| Ácido acético, % MS | 2,48 | 1,57 | 4,31 |
| Ácido butírico, % MS | 0,01 | 0,27 | 8,75 |
| Estratificação de Partículas | | | |
| > 19 mm, % | 13,4 | 17,8 | 21,5 |
| > 8 mm, % | 77,6 | 70,0 | 70,0 |
| > 1,18 mm, % | 9,10 | 12,2 | 8,75 |
| Tamanho médio de partícula, cm | 9,30 | 9,00 | 7,30 |

Para determinar a digestibilidade da MS (DMS) foram coletadas amostras de fezes diretamente da ampola retal segundo Huhtanen et al. (1994) e utilizada a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno para estimar a produção fecal.

Foram coletadas amostras representativas das silagens individuais, do concentrado, dieta total, sobras e fezes. As amostras foram secadas e processadas para a determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) segundo AOAC (2000). A fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) foram determinadas segundo Van Soest et al. (1991).

Os valores de extrato etéreo (EE) foram obtidos pelo método ANKOM XT15 (AOCS, 2005). Para o cálculo dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi utilizada a equação de Hall (2000), em que: $CNF = 100 - (PB + MM + EE + FDN)$.

Na avaliação de desempenho, os animais foram pesados no início do confinamento (PCinicial), a cada duas semanas para determinar o ganho de peso médio diário (GMD), e no momento do abate (PCfinal), após jejum de sólidos de 12 horas. A partir dos dados de consumo, foi obtido a eficiência alimentar (EA).

Tabela 2. Dietas experimentais contendo silagem de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e silagem de milho e soja consorciados (SMS).

| Ingredientes (% MS) | SM | SMS | SS |
|------------------------------|------|------|------|
| Silagem de milho | 30 | - | - |
| Silagem de soja | - | - | 32,5 |
| Silagem de milho-soja | - | 31,0 | - |
| Milho seco moído | 58,0 | 57,5 | 64,3 |
| Farelo de soja | 8,80 | 8,30 | - |
| Mistura mineral e vitamínica | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Calcário | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Ureia | 0,68 | 0,68 | 0,68 |
| Nutrientes | | | |
| MS, % MN | 68,4 | 68,3 | 65,5 |
| MM, % MS | 5,38 | 5,44 | 5,60 |
| PB, % MS | 13,3 | 14,2 | 13,1 |
| EE, % MS | 3,16 | 3,25 | 4,78 |
| FDN, % MS | 24,1 | 23,1 | 23,1 |
| FDA, % MS | 16,4 | 16,6 | 18,1 |
| CNF, % MS | 54,1 | 54,0 | 53,3 |
| FDN de forragem, % MS | 16,6 | 16,6 | 16,6 |

Foram mensurados os pesos de carcaça quente (PCQ) após o abate, de carcaça fria (PCF) após resfriamento a 4°C por 24 horas e o peso de corpo vazio (PCV = Peso corporal ao abate – conteúdo do trato gastrointestinal) para obtenção dos rendimentos de carcaça comercial (RCC = PCF/PCfinal x 100) e rendimento verdadeiro ou biológico (RCV = PCQ/PCV x 100).

O índice de seleção (IS) das dietas foi determinado como uma porcentagem do consumo real em relação ao consumo predito, de acordo com as porcentagens retidas em cada peneira (>19 mm; <19, >8 mm; <8, >1,18 mm; <1,18 mm) segundo Leonardi e Armentano (2003).

O comportamento ingestivo foi avaliado por meio de observações visuais a cada 10 minutos, durante 24 horas, com início imediatamente após o fornecimento da alimentação da manhã, para determinação do tempo despendido em ingestão, ruminação e mastigação total.

Os cálculos das atividades foram feitos em minutos por dia, assumindo que, nos 10 minutos seguintes a cada observação, os animais permaneceram na mesma atividade. O tempo total de mastigação foi determinado somando-se os tempos de ingestão de alimento e ruminação (Maekawa et al., 2002).

A partir dos dados de comportamento ingestivo e consumo de MS e FDN foram calculados a eficiência de ingestão de MS (EIMS) e eficiência de ingestão de FDN (EIFDN), em que:

$$EIMS \text{ (g MS ingerida.min}^{-1}\text{)} = \text{ingestão de MS/tempo de ingestão;}$$

$EIFDN$ (g FDN ingerida.min⁻¹) = ingestão de FDN/tempo de ingestão.

Além da eficiência de ingestão foram obtidos dados referentes ao tempo despendido para mastigação a partir do consumo de MS e FDN, em que:

$TMMS$ (min.kgMS⁻¹) = tempo de mastigação total (TMT)/ingestão de MS;

$TMFDN$ (min.kgFDN⁻¹) = tempo de mastigação total (TMT)/ingestão de FDN.

A coleta de líquido ruminal para mensuração do pH foi realizada aproximadamente 6 horas após a alimentação (via ruminocentese), no dia antecedente ao abate. Para os parâmetros sanguíneos foram coletadas amostras de sangue 4 horas após a refeição da manhã e mesurados os valores de glicose, ureia, triglicerídeos, colesterol e ácidos graxos não esterificados (AGNE) via kits comerciais.

O experimento foi conduzido usando o delineamento em blocos ao acaso, definidos através do peso corporal inicial e a análise de variância de acordo com o modelo estatístico abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Trat}_i + \text{Bloco}_j + \text{Cov}_k + e_{ijk}$$

Em que: μ são as médias gerais dos tratamentos (i) com as culturas em monocultura ou em consórcio; bloco (j); covariável (Cov) e o resíduo (e_{ijk}) associado às observações. As médias dos tratamentos foram analisados via PROC MIXED do SAS utilizando o peso corporal inicial como covariável e as médias comparadas pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$).

Resultados e Discussões

A ingestão de nutrientes foi inferior para a dieta contendo SS (967 g.dia⁻¹) quando comparada com a dieta contendo SM (1097 g.dia⁻¹) ($P < 0,05$), sem alteração na ingestão de FDN e FDA (Tabela 3). A dieta SMS apresentou ingestão de MS e MO similar a SM e SS.

Apesar da menor ingestão de MS para a dieta com SS, os valores observados ainda representaram um consumo de 3,5% do peso corporal médio. Esses valores estão de acordo com as recomendações do NRC (2007) para ovinos, com ingestão de 1 kg de MS por dia e ganho de 150 g. Visto as características da silagem de soja ofertada (Tabela 1), com alto teor de amônia (9,63%), ácido acético (4,31%) e butírico (8,75%), esperava-se que a ingestão de nutrientes fosse drasticamente reduzida.

Normalmente, o consumo das silagens exclusivas de leguminosas ou mistas são reduzidos quando comparados com as silagens de milho, porém são superiores as silagens de capim (Huhtanen et al., 2007; Cheng et al., 2011; Dewhurst, 2013).

Rigueira et al. (2015) e Nkosi et al. (2016) relataram redução do consumo de MS em dietas com 100% de silagem de soja quando comparada com silagens de soja que continham

algum aditivo (melaço de soja ou inoculante bacteriano). Ambos os casos são explicados pela melhoria no perfil fermentativo e qualidade nutricional das dietas. Em silagens mistas (soja com milho ou sorgo) o consumo de nutrientes não apresentou alterações quando a proporção de soja se limitou a 40% (Martínez-García et al., 2015; Lima et al., 2011).

Tabela 3. Ingestão de nutrientes em cordeiros alimentados com silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS).

| | Tratamentos | | | EPM | P – valor |
|------|---------------------------------|---------|--------|------|-----------|
| | SM | SMS | SS | | |
| | Ingestão (g.dia ⁻¹) | | | | |
| IMS | 1097 a | 1056 ab | 967 b | 39,3 | 0,05 |
| IMO | 1040 a | 1002 ab | 913 b | 37,2 | 0,04 |
| IPB | 151 a | 149 a | 119 b | 5,30 | <0,01 |
| IFDN | 246 | 242 | 240 | 10,6 | 0,90 |
| IFDA | 194 | 196 | 201 | 7,80 | 0,74 |
| IEE | 34,1 a | 34,5 a | 44,7 b | 1,39 | <0,01 |
| IMSD | 764 a | 718 a | 605 b | 26,5 | 0,02 |
| | Digestibilidade aparente (%) | | | | |
| DMS | 69,6 a | 68,7 a | 62,5 b | 2,10 | 0,02 |

IMS: ingestão de matéria seca; IMO: ingestão de matéria orgânica; IPB: ingestão de proteína bruta; IFDN: ingestão de fibra em detergente neutro; IFDA: ingestão de fibra em detergente ácido; IEE: ingestão de extrato etéreo; IMSD: ingestão de matéria seca digestível; DMS: digestibilidade da matéria seca. ^{a,b,c} médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$). EPM: erro padrão da média.

A menor ingestão de PB para SS (119 g.dia⁻¹) está relacionada ao menor consumo de MS. A maior ingestão de EE para SS (44,7 g.dia⁻¹) condiz com os maiores teores presentes na dieta e é atribuído as características da leguminosa. Para a SMS, a baixa proporção de soja na mistura, 15% na matéria natural, não influenciou no consumo e nos teores de EE da dieta.

A ingestão de MS digestível (IMSD) seguiu a mesma resposta da IMS, com maiores valores para a dieta contendo SM (764 g.dia⁻¹). Fato atribuído a maior digestibilidade da MS (DMS) da SM (69,6%), que foi semelhante a SMS (68,7%) e superior a SS (62,5%).

Normalmente, a digestibilidade das silagens de leguminosas está associada ao estágio fenológico no momento da colheita e a variedade ou híbrido utilizado. O aumento de compostos menos digestíveis (FDA e lignina) reduzem o potencial da digestibilidade da soja, permanecendo relativamente constante em cerca de 60% nas várias fases reprodutivas de crescimento (R1, R3, R5, R6 e R7) segundo Munoz et al. (1983).

Taylor et al. (2017), Nkosi et al. (2016) e Rigueira et al. (2015) observaram teores de 63, 64 e 59% de digestibilidade da MS em dietas que continham silagem de soja como fonte de volumoso.

As avaliações de consumo de nutrientes e digestibilidade refletiram em diferenças ($P < 0,05$) de desempenho dos cordeiros entre as dietas analisadas (Tabela 4). A menor ingestão e digestibilidade da MS para a SS afetou diretamente o peso dos animais no final do período de confinamento (32,2 kg). Já os animais que receberam SM e SMS apresentaram peso corporal final (PCf) semelhante, com 34,8 e 34,3 kg, respectivamente. Normalmente, no final do período de confinamento, os animais mais pesados representam redução nos custos de alimentação e lucratividade para o sistema de produção.

Tabela 4. Desempenho de cordeiros alimentados com silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS).

| | Tratamentos | | | EPM | P – valor |
|--------------------------|-------------|---------|---------|------|-----------|
| | SM | SMS | SS | | |
| PCi, kg | 23,1 | 22,6 | 22,4 | 1,33 | 0,93 |
| PCf, kg | 34,8 a | 34,2 a | 32,2 b | 0,59 | <0,01 |
| GMD, g.dia ⁻¹ | 232 a | 230a | 190 b | 9,03 | <0,01 |
| EA | 0,211 a | 0,210 a | 0,195 b | 0,08 | 0,03 |
| RCC, % | 45,6 | 46,5 | 46,7 | 0,82 | 0,66 |
| RCV, % | 52,7 | 53,8 | 52,6 | 0,94 | 0,62 |

PCi: peso corporal inicial; PCf: peso corporal final; GMD: ganho médio diário; EA: eficiência alimentar; RCC e V: rendimento de carcaça comercial e verdadeiro. ^{a,b,c} médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$). EPM: erro padrão da média.

O GMD mais baixo na dieta com SS (190 g.dia⁻¹) em relação às dietas com SM e SMS, resultou na redução no PCf dos cordeiros. A menor eficiência alimentar para a dieta SS (0,190) é indicativo de menor densidade de energia na dieta e, por consequência, os animais precisariam ingerir mais alimento para aumentar o ganho de peso.

Não houve diferença no rendimento de carcaça comercial (RCC) e rendimento verdadeiro (RCV) entre as dietas avaliadas, com valores médios de 46,3% e 53%, respectivamente. Normalmente, o rendimento de carcaça para animais cruzados varia entre 45 a 55% para ovinos e depende de um conjunto de fatores como base genética, sexo, idade, peso corporal, número de horas em jejum e dieta imposta aos animais.

Para o comportamento ingestivo dos animais, avaliando mastigação, ingestão e eficiência de ingestão de FDN, não houve diferença entre as dietas avaliadas (Tabela 5). O tempo de ruminação foi superior para a dieta SS (486 min.dia⁻¹) quando comparada a SM (434 min.dia⁻¹). O fator ruminação é influenciado pela composição da dieta, e alimentos com alto teor de parede celular podem aumentar o tempo dessa atividade (Van Soest, 1994).

Welch (1982) afirmou que o aumento no fornecimento de fibra indigestível não incrementa a ruminação a mais de 8 ou 9 h.dia⁻¹, sendo a eficácia de ruminação importante no

controle da utilização de volumosos. Logo, o animal que ruminar maior quantidade de volumoso durante esse período de tempo pode consumir mais e ser teoricamente mais produtivo.

Tabela 5. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS).

| | Tratamentos | | | EPM | P – valor |
|-----------------------------------|-------------|---------|--------|-------|-----------|
| | SM | SMS | SS | | |
| Mastigação, min.dia ⁻¹ | 555 | 580 | 616 | 22,3 | 0,08 |
| Ruminação, min.dia ⁻¹ | 434 b | 437 b | 486 a | 23,4 | 0,05 |
| Ingestão, min.dia ⁻¹ | 120 | 131 | 138 | 9,75 | 0,47 |
| EIMS, g MS.min ⁻¹ | 9,26 a | 7,60 ab | 6,92 b | 0,73 | 0,04 |
| EIFDN g FDN.min ⁻¹ | 1,94 | 1,60 | 1,51 | 0,16 | 0,06 |
| TMMS, min.kg MS ⁻¹ | 517 b | 640 a | 609 a | 29,3 | 0,01 |
| TMFDN, min.kg FDN ⁻¹ | 2256 b | 2648 a | 2792 a | 113,6 | 0,03 |

EIMS e FDN: eficiência de ingestão de MS e FDN; TMMS e FDN: tempo de mastigação de MS e FDN. ^{a,b,c} médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$). EPM: erro padrão da média.

Os animais submetidos à dieta SS despenderam mais tempo de mastigação para MS e FDN (609 e 2792 min.kg⁻¹) quando comparado a SM (555 e 2256 min.kg⁻¹). Porém, a menor eficiência de ingestão de MS (6,92 g MS.dia⁻¹) contribuiu para inferioridade de desempenho dos cordeiros na dieta SS. Tais fatos, podem ser atribuídos as características do volumoso fornecido, com baixa qualidade fermentativa e maior teor de FDA (34,1% FDA), bem como o reduzido consumo.

O tempo de ruminação e eficiência de ingestão de MS foi similar para os animais nas dietas SM e SMS, e corrobora com os dados de ingestão de MS. Entretanto, o tempo de mastigação considerado para MS e FDN seguiu o padrão da SS, não afetando o consumo de nutrientes e o desempenho dos animais.

A seleção de partículas da ração apresentou diferença entre os tratamentos apenas para as frações retidas nas peneiras 19 e 8 mm (Figura 1). Para a dieta SS os animais preferiram consumir (IS > 100%) as partículas maiores quando comparado a dieta SM e SMS (IS < 100%).

O tamanho médio de partícula para SS (7,3 cm) foi numericamente menor que as SM (9,3 cm) e SMS (9,0 cm). Em observações nas sobras, verificou-se a presença de brácteas não processadas e disco de sabugo para SM e SMS que podem ser rejeitados pelos animais e, em consequência, influenciar na preferência de partículas menores (<8 mm e >1,18 mm).

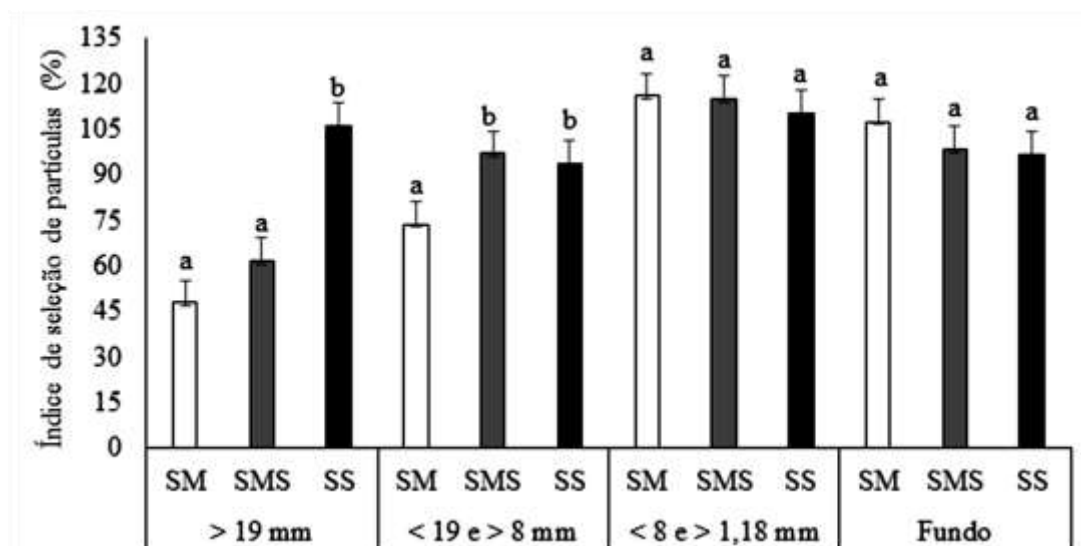


Figura 1. Índice de seleção de partículas (%) de cordeiros alimentados com silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS). ^{a,b,c} médias seguidas de letras iguais por peneira não diferem entre si pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$). EPM: 7,50.

Os valores de pH ruminal, glicose, colesterol e AGNE não foram influenciados pelas dietas (Tabela 6). A concentração de ureia no plasma foi superior para a dieta SS (49,5 mg.dL⁻¹) comparada as dietas SM (42,7 mg.dL⁻¹) e SMS (40,2 mg.dL⁻¹) ($P < 0,05$). Os níveis de ureia sanguínea estão relacionados com a proteína da dieta e avaliam o estado nutricional do animal. As dietas não apresentavam excesso de proteína e o aumento de ureia sanguínea na dieta SS, pode estar relacionado com a concentração energética da dieta.

Tabela 6. Valores de pH ruminal e parâmetros sanguíneos de cordeiros alimentados com silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS).

| | Tratamentos | | | EPM | P – valor |
|-------------------------------------|-------------|---------|--------|------|-----------|
| | SM | SMS | SS | | |
| pH ruminal | 6,6 | 6,7 | 7,1 | 0,15 | 0,37 |
| Glicose, mg.dL ⁻¹ | 80,1 | 84,1 | 87,0 | 3,36 | 0,59 |
| Ureia, mg.dL ⁻¹ | 42,7 b | 40,2 b | 49,5 a | 2,50 | 0,03 |
| Triglicerídeos, mg.dL ⁻¹ | 31,2 b | 37,7 ab | 42,5 a | 3,21 | 0,04 |
| Colesterol, mg.dL ⁻¹ | 50,3 | 49,3 | 52,5 | 3,27 | 0,80 |
| AGNE, mmol.L ⁻¹ | 0,10 | 0,09 | 0,12 | 0,02 | 0,69 |

AGNE: ácidos graxos não esterificados. ^{a,b,c} médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$). EPM: erro padrão da média.

Dietas com baixos níveis de energia ou com proteínas de baixa qualidade nutricional favorecem o aumento das concentrações de ureia sanguínea em decorrência do maior catabolismo proteico (González e Silva, 2006). Os aminoácidos são oxidados para síntese de

outros aminoácidos ou ainda transformados em intermediários do ciclo de Krebs para compensação de energia no metabolismo (Braun et al., 2010).

As concentrações de triglicerídeos no sangue foram superiores para os cordeiros que consumiram a dieta SS (42,5 mg.dL⁻¹) quando comparada a dieta SM (31,2 mg.dL⁻¹). O aumento dos triglicerídeos não influenciou nos níveis de colesterol sanguíneo. O maior consumo de EE para a dieta SS pode ter influenciado nos níveis de triglicerídeos no sangue.

O aumento dos ácidos graxos na dieta pode interferir na conversão dos ácidos graxos em triglicerídeos no fígado e maior exportação para a corrente sanguínea. Os triglicerídeos podem ser armazenados no tecido adiposo ou mobilizado para a corrente sanguínea para que a demanda energética dos animais seja suprida (Braun et al., 2010). A fase de desenvolvimento dos animais também pode influenciar na mobilização de gordura, já que a deposição de gordura do animal exige a translocação de ácidos graxos para o sangue.

Conclusões

1. A dieta com silagem de milho (SM) promoveu maior desempenho animal, resultante do maior consumo de nutrientes e digestibilidade. A dieta com silagem do consórcio (SMS) apresentou resultados similares a SM, sem alterações no valor nutricional com a participação de 15% de soja na mistura.
2. O uso da silagem de soja (SS) como fonte de forragem resultou em menor desempenho dos animais, não sendo recomendada como fonte exclusiva de volumoso para sistemas intensivos de produção.

Referências Bibliográficas

- AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. 2000.
- AOCS OFFICIAL PROCEDURE. Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction. Approved Procedure Am 5-04. **American Oil Chemists Society**, Urbana, IL, 2005.
- AWAWDEH, M.S., OBEIDAT, B.S., ABDULLAH, A.Y., HANANEH, W.M. Effects of yellow grease or soybean oil on performance, nutrient digestibility and carcass characteristics of finishing Awassi lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 153, n. 3-4, p. 216-227, 2009.
- BRAUN, J.P.; TRUMEL, C.; BÉZILE, P. Clinical biochemistry in sheep: a selected review. **Small Ruminant Research**, v. 92, n. 1-3, p. 10-18, 2010.
- CHENG, L.; KIM, E. J.; MERRY, R. J.; DEWHURST, R. J. Nitrogen partitioning and isotopic fractionation in dairy cows consuming diets based on a range of contrasting forages. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 2031-2041, 2011.
- CONTRERAS-GOVEA, F.; MARSALIS, M.; ANGADI, S.; SMITH, G.; LAURIAULT, L.M.; VANLEEUVEN, D. Fermentability and nutritive value of corn and forage sorghum silage when in mixture with lablab bean. **Crop Science**, v.51, p. 1307-1313, 2011.
- COSTA, P.M.; VILLELA, S.D.J.; LEONEL, F.P.; ARAUJO, S.A.C.; ARAUJO, K.G.; RUAS, J.R.M.; COELHO, F.S. ; ANDRADE, V.R. Intercropping of corn, brachiaria grass and leguminous plants: productivity, quality and composition of silages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.10, p. 2144-2149, 2012.
- DEWHURST, R. J. Milk production from silage: comparison of grass, legume and maize silage and their mixtures. **Agricultural and Food Science**, v. 22, p. 57-69, 2013.
- GONZÁLEZ, F.H.D., SILVA, S.C. **Introdução a bioquímica clínica veterinária**. 2 ed. Porto Alegre. Ed. UFRGS, 2006. 364 p.
- HALL, M. B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates: nutritional relevance and analysis**. Gainesville: University of Florida, 2000. 76 p.
- HUHTANEN, P.; KAUSTELL, S.; JAAKKOLAETS, S. The use of internal markers to predict total digestibility and duodenal flow of nutrients in cattle given six different. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48, p. 211-227, 1994.

- HUHTANEN, P.; RINNE, M.; NOUSIAINEN, J. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry matter index. **Animal. The International Journal of Animal Biosciences**, v.1, n. 5, p.758-770, 2007.
- LEONARDI, C., ARMENTANO, L.E. Effect of quantity, quality and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 557-564, 2003.
- LIMA, R.; DÍAZ, R.F.; CASTRO, A.; FIEVEZ, V. Digestibility, methane production and nitrogen balance in sheep fed ensiled or fresh mixtures of sorghum–soybean forage. **Livestock Science**, v. 141, p. 36-46, 2011.
- MAEKAWA, M.; BEAUCHEMIN, K.A.; CHRISTENSEN, D.A. Chewing activity, saliva production, and ruminal pH of primiparous and multiparous lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1176-1182, 2002.
- MARTÍNEZ-GARCÍA, C.G.; VALENCIA-NÚÑEZ, K.; BASTIDA-LÓPEZ, J.; ESTRADA-FLORES, J.G.; LAMA, G.C.M.; CRUZ-MONTERROSA, R.G.; RAYAS-AMOR, A.A. Effect of different combinations of soybean-maize silage on its chemical composition, nutrient intake, degradability, and performance of Pelibuey lambs. **Tropical Animal Health Production**, v. 47, p. 1561-1566, 2015.
- MUNOZ, A. E.; HOLT, E. C.; WEAVER, R. W. Yield and quality of soybean hay as influenced by stage of growth and plant density. **Agronomy Journal**, v. 75, p. 147-148, 1983.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, DC.: National Academy Press, 2007. 384 p.
- NKOSI, B.D.; MEESKE, R.; LANGA, T.; MOTIANG, M. D.; MODIBA, S.; MUTAVHATSIND, T.F.; MALEBANA, I.M.M.; GROENEWALD, I.B. Effects of bacterial inoculation on the fermentation characteristics and aerobic stability of ensiled whole plant soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.). **South African Journal of Animal Science**, v. 46, n. 2, p. 129-138, 2016.
- RIGUEIRA, J.P.S.; GOMES, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; RIBEIRO, K.G.; GARCIA, R.; CEZÁRIO, A.S. Soybean silage in the diet for beef cattle. **Acta Scientiarum, Animal Science**, v. 37, n. 1, p. 61-65, 2015.
- STELLA, L.A.; PERIPOLLI, V.; PRATES, E.R.; BARCELLOS, J.O.J. Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 1, p.73-79, 2016.
- TAYLOR, E.G.; GUNN, P.J.; HORSTMAN, L.A.; ATKINSON, R.L.; HERRON, K.; JOHNSON, K.D.; LEMENAGER, R.P. Evaluation of forage soybean, with and without pearl

millet, as an alternative for beef replacement heifers. **Translational Animal Science**, v. 1, p. 179-185, 2017.

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

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, n. 74, p. 3583-3597, 1991.

WELCH, J.G. Rumination, particle size and passage from the rumen. **Journal of Animal Science**, v. 54, n. 4, p. 885-894, 1982.

V. Silagens de milho e soja em monocultivo e consorciados na qualidade da carne de cordeiros

(Normas: Pesquisa Agropecuária Brasileira)

Resumo - Objetivou-se avaliar as características da carne de cordeiros alimentados com silagens de milho e soja em monocultivo e em consorciação. Foram utilizados um híbrido de milho (2B877PW) e uma variedade de soja (RR2Pro®), sendo denominados os tratamentos: dietas com silagem de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e dieta com silagem de milho e soja (SMS) consorciados. Foram utilizados oito cordeiros machos por tratamento, totalizando 24 animais, com peso médio de 23 kg ($\pm 3,50$), por 70 dias. Foram avaliados os parâmetros de cor da carne e da gordura, composição química, textura, marmoreio, perdas, antioxidantes e perfil de ácidos graxos. A qualidade da carne foi superior para os animais da dieta SM, com conservação da cor da carne (11,8 a*), maciez (4,08 kgf.cm²), menores perdas de água, melhora na atividade antioxidante (52,8% ABTS e 30,1% DPPH) e menor oxidação lipídica (0,38 mg malonaldeído.kg⁻¹) sem alteração do perfil de ácidos graxos. A dieta SMS apresentou resultados similares a dieta SM em relação as características da carne. A dieta SS resultou em gordura da carne com maior tonalidade de amarelo (20,7 b*). É necessário avaliar o real benefício da tecnologia da consorciação para favorecer a qualidade da carne de cordeiros.

Termos para indexação: antioxidantes, consórcio, *Longissimus dorsi*, textura

Maize and soybean silage in monoculture and intercropped on meat quality of lambs

Abstract - The objective was to evaluate the meat quality of lambs fed maize and soybean silages in monoculture and intercropped. The maize hybrid (2B877PW) and soybean variety (RR2Pro®) were used, being the treatments: diets with maize silage (MS) and soybean silage (SS) in monoculture and diets with maize-soybean silage (MSS) intercropping. Eight male lambs per treatment were used, totaling 24 animals, with mean body weight of 23 kg (± 3.50), for 70 days. The parameters of meat and fat color, chemical composition, texture, marbling, losses, antioxidants and fatty acid profile were evaluated. The meat quality was higher for animals fed with MS diet animals, having color conservation (11.8 a *), tenderness (4.08 kgf.cm²), lower water loss, improvements in the antioxidant activity (52.8 % ABTS and 30.1% DPPH) and lower lipid oxidation (0.38 mg malonaldeído.kg⁻¹) without alteration the fatty acid profile. The MSS diet showed similar results to MS diet in relation to the meat quality. The SS diet resulted in meat fat with the highest tonality of yellow (20.7 b *). It is necessary to evaluate the real benefit of the intercrop technology to promote the meat quality of lamb.

Index terms: antioxidants, intercrop, *Longissimus dorsi*, tenderness

Introdução

A diversificação da dieta em sistemas intensivos de produção animal é uma prática recorrente entre dos produtores, visando o uso de alimentos alternativos, que contenham semelhante valor nutricional, com potencial de incremento da dieta e atendimento das exigências dos animais. Além disso, a eficiência no uso desses alimentos e dos nutrientes são importantes para redução nos custos e lucratividade do sistema.

Dentre os ingredientes com maior possibilidade de substituição na dieta, os proteicos são amplamente avaliados pelo preço para inclusão na dieta e competição com a alimentação humana, como a soja (*Glycine max*) por exemplo. O uso de tecnologias que possibilitem aumento do teor proteico da dieta com redução dos custos é avaliado perante a aplicabilidade e benefícios dos resultados.

Juntamente aos alimentos concentrados, a qualidade do volumoso ofertado garante positivos resultados e incremento da dieta animal. A silagem de milho é considerada padrão nas dietas, porém com baixo teor proteico e necessidade de suplementação desse nutriente. O uso de forrageiras com melhor teor nutricional pode ser uma forma de intensificar os nutrientes e diversificar a dieta.

O uso de leguminosas consorciadas com gramíneas, milho e soja por exemplo, tem por intuito aplicar tal teoria e aumentar o teor proteico do volumoso da dieta animal. Para a aceitabilidade dessa tecnologia são necessários estudos em função da qualidade do produto final e atendimento das exigências dos consumidores.

Especialmente na ovinocultura, melhorias na qualidade da carne como textura, cor e composição nutricional podem ser influenciadas pela dieta (Osório et al., 2013). Uma dieta capaz de alterar a estrutura bioquímica do músculo e influenciar positivamente nos atributos sensoriais e físicos da carne pode garantir qualidade do produto e maior grau de satisfação ao consumidor (Teixeira et al., 2011).

Além da possibilidade de incremento proteico na dieta, a soja possui em sua composição diversos ácidos graxos que podem contribuir para alterações na qualidade da carne. Na soja, os ácidos graxos insaturados correspondem a 86% do total e o ácido linoleico e encontra-se em maior concentração (54%) (Hammond e Glaz, 1989). Esses produtos podem ser antimicrobianos, antioxidantes e, dependendo da estrutura (*cis* ou *trans*) aumentar os riscos de doenças cardiovasculares (Marzzoco e Torres, 2007).

Nesse contexto e devido a demanda de informações sobre o uso de silagens de gramíneas e leguminosas, objetivou-se avaliar as características da carne de cordeiros alimentados com silagens de milho e soja em monocultivo e em consorciação.

Material e Métodos

A etapa a campo de experimentação animal foi conduzida na Fazenda Experimental e as análises realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Departamento de Zootecnia, pertencente a Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Foram utilizados o híbrido de milho 2B877PW e variedade de soja RR2 Pro® com plantio em monocultivo e consorciados. A proporção de soja na mistura representou 15% na matéria natural (verificada via avaliações agronômicas).

Para a colheita das culturas foi considerado como referência o ponto de ensilagem do milho, com ½ da linha do leite do grão (89 dias pós plantio), para padronização das avaliações. Nesse momento, a soja estava em estágio fenológico de R5.4, caracterizada como fase de enchimento do grão e 50-75% de granação. O material permaneceu estocado em tambores de 200 L, com cerca de 700 kg/m³ de densidade, por aproximadamente 90 dias.

A partir das silagens produzidas (Tabela 1) foram formuladas as dietas experimentais com base no FDN de forragem, de acordo com as exigências para ganhos de aproximadamente 300 g/dia (NRC, 2007), baseados no peso médio dos animais, sendo denominados os seguintes tratamentos:

Tratamento 1 – dietas com silagem de milho em monocultivo (SM);

Tratamento 2 – dietas com silagem de soja em monocultivo (SS);

Tratamento 3 – dietas com silagem de milho e soja consorciados (SMS).

Foram utilizados oito cordeiros machos, cruzados, não castrados, por tratamento com peso médio de 23 kg (\pm 3,50), totalizando 24 animais. Os animais foram distribuídos em blocos por peso corporal inicial, alojados em baias individuais providas de comedouros e bebedouros. A utilização dos animais na pesquisa obedeceu às especificações e cuidados impostos pelo conselho de ética e proteção dos animais (CEUA/UEM n° 5430020316).

O período de avaliação foi de 70 dias (20 d para adaptação e 50 d para coletas de dados) até que os animais atingissem peso médio de 35 kg (\pm 2,20). As dietas foram fornecidas 2 vezes ao dia (08h e 16h), a coleta e pesagem de sobras foram realizada no período da manhã, para posterior determinação do total de nutrientes consumidos e ajuste de consumo, estimando-se sobras de 10% do total fornecido diário.

Os animais foram abatidos, após um período de 12 horas de jejum sólido, no abatedouro da fazenda experimental da Universidade Estadual de Maringá – UEM, em conformidade com os padrões de abate da legislação do Serviço de Inspeção do Estado no Brasil (Brasil, 2000).

Tabela 1. Dietas experimentais contendo silagem de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e silagem de milho e soja consorciados (SMS).

| Ingredientes (% MS) | SM | SMS | SS |
|------------------------------|------|------|------|
| Silagem de milho | 30 | - | - |
| Silagem de soja | - | - | 32,5 |
| Silagem de milho-soja | - | 31,0 | - |
| Milho seco moído | 58,0 | 57,5 | 64,3 |
| Farelo de soja | 8,80 | 8,30 | - |
| Mistura mineral e vitamínica | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Calcário | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Ureia | 0,68 | 0,68 | 0,68 |
| Nutrientes | | | |
| MS, % MN | 68,4 | 68,3 | 65,5 |
| MM, % MS | 5,38 | 5,44 | 5,60 |
| PB, % MS | 13,3 | 14,2 | 13,1 |
| EE, % MS | 3,16 | 3,25 | 4,78 |
| FDN, % MS | 24,1 | 23,1 | 23,1 |
| FDA, % MS | 16,4 | 16,6 | 18,1 |
| CNF, % MS | 54,1 | 54,0 | 53,3 |
| FDN de forragem, % MS | 16,6 | 16,6 | 16,6 |

Após o abate, as carcaças foram divididas medialmente através do esterno e coluna vertebral, entre a 12° e 13° costela, identificadas e refrigeradas abaixo de 4° C por 24 horas. Foram coletadas amostras do *Longissimus dorsi* e avaliadas a espessura de gordura subcutânea (Eiras et al., 2014) e área de olho de lombo (software Image J) e o pH. Posteriormente as amostras foram armazenadas sob vácuo para mensuração da textura (Honikel, 1998), marmoreio (Muller, 1987), cor da carne e da gordura (CIELab system com medidor de cor Minolta CR-400), perdas por cocção e gotejamento (Rivaroli et al., 2016; Honikel, 1998) e lipídeos totais (Bligh e Dyer, 1959).

A atividade antioxidante foi avaliada quanto à presença de radicais livres DPPH (Li et al., 2009) e ABTS (Re et al., 1999). A oxidação lipídica foi mensurada via quantificação do malonaldeído (MDA) via teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) segundo Vyncke (1970).

Foram mensurados o perfil de ácidos graxos da carne via transesterificação dos triacilgliceróis pelo método 5509 da ISO (1978), em solução de n-heptano e KOH/metanol. Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados por cromatografia gasosa (Cromatógrafo Trace GC Ultra, Thermo Scientific, EUA) com auto amostrador, equipado com detector de ionização de chama a 235°C e coluna capilar de sílica fundida (100 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,20 µm, Restek 2560). A quantificação dos ácidos graxos da amostra

foi efetuada por comparação com o tempo de retenção de ésteres metílicos de ácidos graxos de amostras padrões (Sigma Aldrich).

O experimento foi conduzido usando o delineamento em blocos ao acaso, definidos através do peso corporal inicial e a análise de variância de acordo com o modelo estatístico abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Trat}_i + \text{Bloco}_j + \text{Cov}_k + e_{ijk}$$

Em que: μ são as médias gerais dos tratamentos (i) com as culturas em monocultura ou em consórcio; bloco (j); covariável (Cov) e o resíduo (e_{ijk}) associado às observações. As médias dos tratamentos foram analisados via PROC MIXED do SAS utilizando o peso inicial como covariável e as médias comparadas pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$).

Resultados e Discussões

Não houve efeito da dieta perante os valores de pH, marmoreio, espessura de gordura e área de olho de lombo (AOL) (Tabela 2). A espessura de gordura média dos animais foi de 2,20 mm. O recomendado para ovinos está em torno de 3 mm, relacionado ao grau de acabamento dos animais e redução das perdas por resfriamento (Queiroz et al., 2015; Macedo et al., 2014).

Tabela 2. Efeito das dietas com silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS) nas características da carne de cordeiros.

| | Tratamentos | | | EPM | P – valor |
|------------------------------|-------------|--------|--------|------|-----------|
| | SM | SMS | SS | | |
| pH (24h) | 5,72 | 5,68 | 5,70 | 0,03 | 0,82 |
| Lipídeos totais, % | 5,76 a | 4,21 b | 4,20 b | 0,24 | <0,01 |
| Marmoreio, pontos | 2,00 | 1,41 | 1,67 | 0,31 | 0,63 |
| Textura, kgf.cm ² | 4,08 b | 5,35 a | 5,29 a | 0,18 | <0,01 |
| Espessura de gordura, mm | 2,38 | 2,10 | 2,14 | 0,22 | 0,76 |
| AOL, cm ² | 13,9 | 14,5 | 13,4 | 0,56 | 0,42 |
| Perdas por cocção, % | 20,5 b | 23,6 a | 22,6 a | 0,38 | <0,01 |
| Perdas por gotejamento, % | 2,24 b | 3,57 a | 3,71 a | 0,33 | 0,01 |

AOL: área de olho de lombo. ^{a,b,c} médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$). EPM: erro padrão da média.

O teor de lipídeos totais na carcaça foi maior para os animais sujeitos a dieta SM (5,76%) em relação as demais dietas. Tal fato, refere-se ao maior desempenho e eficiência alimentar, já que na curva de crescimento a deposição de gordura é a última a ser influenciada pela dieta. Logo, animais com maior peso corporal ao abate tendem a apresentar maior porcentagem de gordura na carcaça. Apesar do PCf dos cordeiros nas dietas SM e SMS serem semelhantes, podem ocorrer diferenciação entre a composição e porcentagem tecidual da carcaça.

O aumento do teor de lipídeos da carne possui correlação positiva com a textura e capacidade de retenção de água no cozimento ou processamento. A maior presença de gordura resultou em carnes com melhor textura (4,08 kgf.cm²), menores perdas por cocção (20,5%) e gotejamento (2,24%) para a dieta SM em relação as demais. Esses fatores proporcionam elevada suculência e maciez das carnes, com menores perdas do valor nutricional durante o cozimento ou armazenamento.

Fatores como nutrição, processo de congelamento, tempo de maturação, idade e peso de abate, condições de estresse antes do abate e queda do pH podem alterar a cor da carne (Sañudo et al. 2000). No presente estudo, para as medidas de cor da carne as dietas influenciaram apenas na intensidade de vermelho (a*). A carne dos animais alimentados com a dieta SM apresentou maior a* (11,8) em relação as dietas SMS (10,1) e SS (10,5) (Tabela 3). Uma dieta que pode influenciar na qualidade da carne, em particular, manter ou intensificar a vermelhidão, pode levar a extensão da vida útil da cor (Cardoso et al., 2016). A avaliação da cor da carne é de extrema importância no momento de decisão da compra pelo consumidor.

Tabela 3. Valores de L* (luminosidade), a* (vermelho), b* (amarelo), croma e H da carne e da gordura de cordeiros alimentados com dietas contendo silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS).

| | Tratamentos | | | EPM | P – valor |
|-------|-------------|--------|--------|------|-----------|
| | SM | SMS | SS | | |
| | Carne | | | | |
| L* | 36,4 | 35,4 | 38,9 | 1,17 | 0,38 |
| a* | 11,8 a | 10,1 b | 10,5 b | 0,36 | <0,01 |
| b* | 9,84 | 9,86 | 11,2 | 0,52 | 0,43 |
| Croma | 14,7 | 15,1 | 16,2 | 0,61 | 0,45 |
| H | 42,7 | 41,5 | 44,5 | 1,63 | 0,63 |
| | Gordura | | | | |
| L* | 64,0 | 66,6 | 66,1 | 1,01 | 0,45 |
| a* | 4,83 | 3,21 | 4,70 | 0,55 | 0,06 |
| b* | 17,2 b | 17,2 b | 20,7 a | 0,35 | <0,01 |
| Croma | 17,6 | 17,3 | 18,5 | 0,45 | 0,44 |
| H | 75,3 | 73,4 | 75,8 | 1,45 | 0,31 |

^{a,b,c} médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$). EPM: erro padrão da média.

Para a gordura, as dietas alteraram a intensidade de amarelo (b*). A gordura da carne dos animais da dieta SS apresentou maior b* (20,7) que as demais. Além da concentração lipídica da dieta, a ingestão de pigmentos carotenoides contidos na fração volumosa podem influenciar a intensidade de amarelo da carne e da gordura (Fernandes et al., 2008). De acordo com Kirton

et al. (1975) as xantofilas e os carotenos são os principais pigmentos responsáveis pela cor do tecido adiposo.

Para a cultura da soja, os pigmentos fotossintetizantes são encontrados em maior quantidade durante o período vegetativo e início do reprodutivo, reduzindo com o envelhecimento das folhas e secagem dos grãos (Casaroli et al. 2007). Provavelmente, o estágio fenológico da cultura da soja no momento do corte contribuiu para aumentar os pigmentos que alteraram a cor da gordura.

A mudança de cor da carne está relacionada à conversão da oximioglobina em metamioglobina, resultando em descoloração do vermelho brilhante e oxidação lipídica (Faustman et al., 2010). A dieta SM que promoveu maior preservação de cor da carne também apresentou maior porcentagem nas medidas de antioxidantes ABTS (52,8%) e DPPH (30,1%), por consequência, menor oxidação dos lipídeos (0,38 mg malonaldeído.kg⁻¹) (Tabela 4).

Tabela 4. Antioxidantes (ABTS e DPPH) e oxidação lipídica (TBARS) da carne de cordeiros alimentados com silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS).

| | Tratamentos | | | EPM | P – valor |
|---|-------------|--------|--------|------|-----------|
| | SM | SMS | SS | | |
| ABTS, % | 52,8 a | 44,8 a | 35,5 b | 2,50 | 0,03 |
| DPPH, % | 30,1 a | 23,6 b | 23,9 b | 1,51 | 0,01 |
| Tbars, mg malonaldeído.kg ⁻¹ | 0,38 b | 0,50 a | 0,52 a | 0,02 | <0,01 |

^{a,b,c} médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$). EPM: erro padrão da média.

As dietas SMS e SS que apresentaram menor antioxidantes e maior oxidação lipídica da carne tendem a reduzir a vida útil de prateleira e recusa no momento da compra. A oxidação lipídica e proteica é considerada um dos principais fatores não microbianos que afetam a deterioração da qualidade da carne. No entanto, a suscetibilidade à oxidação pode ser influenciada pela espécie animal e raça, tipo muscular avaliado e pela dieta fornecida aos animais (Falowo et al., 2014).

O potencial antioxidante está diretamente relacionado ao perfil de ácidos graxos presente na dieta e sua capacidade de absorção pelo organismo e deposição no produto final (leite ou carne). O perfil de ácidos graxos da carne não foi influenciado pelas dietas (Tabela 5).

Teoricamente, a dieta contendo SS poderia alterar o perfil de ácidos graxos insaturados da carne. Estudos mostram que do total de ácidos graxos presentes nos genótipos de soja, o palmítico (C16:0) pode variar em média de 8-17%; o esteárico (C18:0) de 3-30%; o oleico

(C18:1) e o linoleico (C18:2) de 25-60% e o linolênico (C18:3) de 2-15% (Hammond e Glaz, 1989).

Dentre esses, os ácidos graxos C14:0 e C16:0 são hipercolesterolêmicos e podem levar ao aumento da síntese de colesterol, favorecendo o acúmulo de lipoproteínas de baixa densidade. Esses fatores representam riscos e beneficiam o aparecimento de doenças cardiovasculares. Para a carne dos cordeiros alimentados com SS, não houve aumento de tais ácidos comparados com SM e SMS.

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos (mg.g^{-1}) do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo silagens de milho (SM) e soja (SS) em monocultivo e milho e soja consorciados (SMS).

| | Tratamentos | | | EPM | P – valor |
|---------------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----------|
| | SM | SMS | SS | | |
| Σ Saturados | 56,0 | 61,9 | 58,6 | - | - |
| C10:0 (cáprico) | 0,207 | 0,211 | 0,209 | 0,02 | 0,94 |
| C11:0 (hendecanoico) | 0,020 | 0,010 | 0,005 | 0,01 | 0,44 |
| C12:0 (láurico) | 0,189 | 0,207 | 0,254 | 0,05 | 0,65 |
| C13:0 (isomirístico) | 0,043 | 0,024 | 0,022 | 0,01 | 0,54 |
| C14:0 (mirístico) | 4,10 | 4,02 | 4,28 | 0,42 | 0,45 |
| C15:0 (pentadecanoico) | 0,810 | 0,520 | 0,500 | 0,16 | 0,43 |
| C16:0 (palmítico) | 29,4 | 34,1 | 33,0 | 7,75 | 0,67 |
| C17:0 (heptadecanoico) | 1,94 | 1,37 | 1,12 | 0,38 | 0,78 |
| C18:0 (esteárico) | 18,8 | 20,8 | 18,7 | 1,74 | 0,69 |
| C20:0 (araquídico) | 0,105 | 0,129 | 0,115 | 0,01 | 0,44 |
| C21:0 (heneicosanoico) | 0,330 | 0,280 | 0,300 | 0,06 | 0,79 |
| C22:0 (behênico) | 0,096 | 0,192 | 0,119 | 0,04 | 0,22 |
| Σ Insaturados | 34,7 | 36,6 | 33,0 | - | - |
| C14:1 (miristoleico) | 0,120 | 0,110 | 0,100 | 0,02 | 0,81 |
| C15:1 (isopalmítico) | 0,170 | 0,050 | 0,040 | 0,06 | 0,33 |
| C16:1 (palmitoleico) | 1,74 | 2,06 | 1,79 | 0,23 | 0,56 |
| C17:1 (cis-10-heptadecanoico) | 0,740 | 0,630 | 0,690 | 0,13 | 0,41 |
| C18:1 (oleico ω 9) | 31,8 | 33,6 | 30,5 | 4,71 | 0,72 |
| C20:1 (eicosenoico) | 0,051 | 0,069 | 0,057 | 0,01 | 0,43 |
| C22:1 (erúcico) | 0,010 | 0,012 | 0,014 | 0,01 | 0,30 |
| C24:1 (nervônico) | 0,042 | 0,071 | 0,052 | 0,02 | 0,46 |
| Σ Poliinsaturados | 3,02 | 4,00 | 3,83 | - | - |
| C18:2 (linoleico ω 6) | 2,30 | 2,91 | 2,54 | 0,51 | 0,66 |
| C18:3 (linolênico ω 3) | 0,088 | 0,087 | 0,130 | 0,02 | 0,39 |
| C20:2 (eicosadienoico) | 0,037 | 0,027 | 0,037 | 0,01 | 0,53 |
| C20:3 (di-homo- α -linolênico) | 0,034 | 0,058 | 0,045 | 0,01 | 0,32 |
| C20:4 (aracônico) | 0,530 | 0,890 | 0,710 | 0,20 | 0,43 |
| C20:5 (eicosapentanoico) | 0,030 | 0,029 | 0,038 | 0,01 | 0,83 |
| Outros ¹ | 0,033 | 0,070 | 0,067 | - | - |

¹ Outros: C22:2, C22:6, C23:0, C24:0; Σ : somatória. ^{a,b,c} médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$). EPM: erro padrão da média.

Os ruminantes converterem os ácidos graxos insaturados em saturados via processo de biohidrogenação. Holanda et al. (2011) enfatizam que a maioria dos ácidos insaturados que têm 18 carbonos (18:1, 18:2 e 18:3, respectivamente, oleico, linoleico e linolênico) ou 16 carbonos (16:1, o palmitoleico) serão convertidos a ácido esteárico (18:0) e palmítico (16:0), respectivamente.

Estes dados corroboram com os valores encontrados para as dietas, com maior representatividade dos ácidos graxos saturados (média de 59%), ressaltando a participação do palmítico (16:0) e esteárico (18:0) na carne, com 1,5 e 1% em relação aos lipídeos totais, respectivamente. As concentrações de CLA (ácido linoleico conjugado) foram próximas a zero e não permitiu a realização de análises estatísticas.

Em relação aos C18:1, C18:2 e C18:3 (ômega 9, 6 e 3, respectivamente) foi observado a maior presença de C18:1 (média de 32%). Esses ácidos graxos são rapidamente oxidados pelos seus graus de insaturações. A taxa relativa de autooxidação do C18:1, C18:2 e 18:3 é na ordem de 1:12:25 com base na formação de peróxidos e na ordem de 1:45:100 com base no consumo de oxigênio (Tozer, 2001). Logo, poucas quantidades de C18:2 e 18:3 são encontrados no produto final.

Conclusões

1. A qualidade da carne dos cordeiros alimentados com a dieta SM apresentou melhor conservação da cor, maciez e menores perdas de água. Houve melhorias da atividade antioxidante e menor oxidação lipídica, sem alteração do perfil de ácidos graxos, em relação as demais dietas.

2. As dietas SS e SMS não promoveram alterações das características da carne. Com exceção do maior pigmento amarelo da gordura para a carne dos cordeiros da dieta SS. É necessário avaliar o real benefício da tecnologia da consorciação para favorecer a qualidade da carne de cordeiros.

Referências Bibliográficas

- BRASIL, INSTRUÇÃO NORMATIVA, n.03, de 17 de janeiro de 2000. Aprova o regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2000.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, n. 37, v. 8, p. 911-917, 1959.
- CARDOSO, G. P., DUTRA, M. P., FONTES, P. R., RAMOS, A. D. L. S., GOMIDE, L. A. D. M., RAMOS, E. M. Selection of a chitosan gelatin-based edible coating for color preservation of beef in retail display. **Meat Science**, v. 114, p. 85-94, 2016.
- CASAROLI, D.; FAGAN, E.B.; SIMON, J.; MEDEIROS, S.P.; MANFRON, P.A.; DOURADO NETO, D.; VANLIER, Q.J.; MULLER, L.; MARTIN, T.N. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de soja: uma revisão. **Revista da FZVA**, v.14, n.2, p. 102-120, 2007.
- EIRAS, C. E.; MARQUES, J. A.; MOTTIN, D. L. N.; MAGGIONI, D.; PRADO, I. N. Ultrassonografia na avaliação da composição corporal de ruminantes. **Revista de Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 1-10, 2014.
- FALOWO, A. B., FAYEMI, P. O., MUCHENJE, V. Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. **Food Research International**, v. 64, 171-181, 2014.
- FAUSTMAN, C., SUN, Q., MANCINI, R. & SUMAN, S. P. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. **Meat Science**, v.86, p. 86-94, 2010.
- FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E.A.; TULLIO, R.R.; PERECIN, D. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 1, p. 139-147, 2008.
- HAMMOND, E. G., GLATZ, B. A. Biotechnology applied to fats and oils. **Developments in Food Biotechnology**, New York, v. 2, p. 173-217, 1989.
- HOLANDA, M. A. C.; HOLANDA, M. C. R.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F. Suplementação dietética de lipídios na concentração de ácido linoleico conjugado na gordura do leite. **Acta Veterinária Brasília**, v.5, n.3, p.221-229, 2011.
- HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v. 49, n.4, p. 447-457, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Animal and vegetable fats and oils – Preparation of methyl esters of fatty acids. **Method ISO 5509**, p. 1-6, 1978.

KIRTON, A.H.; CRANE, B.; PATERSON, D.J.; CLARE, N.T. Yellow fat in lambs caused by carotenoid pigmentation. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.18, p.267- 272, 1975.

LI, W., HYDAMAKA, A. W., LOWRY, L., BETA, T. Comparison of antioxidant capacity and phenolic compounds of berries, chokecherry and seabuckthorn. **Central European Journal of Biology**, v. 4, n. 4, p. 499-506, 2009.

MACEDO, F.A.F.; GUALDA, T.; MEXIA, A.A.; MACEDO, F.; MORA, N.H.A.P.; DIAS, F.B. Performance and carcass characteristics of lambs with three subcutaneous fat thickness in the loin. **Archives of Veterinary Science**, v. 19, n. 2, p. 52-59, 2014.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica básica**. 3 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 386 p.

MULLER, L. **Standards for carcass evaluation and tender of steers**. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 31 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients Requirements of Beef Cattle**: Eight Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press, 2016. 494 p.

OSÓRIO, M.T.M.; BONACINA, M.S.; OSÓRIO, J.C.S.; ROTA, E.L.; FERREIRA, O.G.L.F.; TREPTOW, R.O.; GONÇALVES, M.S.; OLIVEIRA, M.M. Características sensoriais da carne de ovinos Corriedale em função da idade de abate e da castração. **Revista Agrarian**, v. 6, n. 19, p. 60-66, 2013.

QUEIROZ, L. O.; SANTOS, G. R. A.; MACÊDO, F. A. F.; MORA, N. H. A. P.; TORRES, M. G.; SANTANA, T. E. Z.; MACÊDO, F. G. Características quantitativas da carcaça de cordeiros Santa Inês, abatidos com diferentes espessuras de gordura subcutânea. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 3, p. 712-722, 2015.

RE, R., PELLEGRINI, N., PROTEGGENTE, A., PANNALA, A., YANG, M., RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

RIVAROLI, D. C., GUERRERO, A., VELANDIA VALERO, M., ZAWADZKI, F., EIRAS, C. E., CAMPO, M. D. M., PRADO, I. Effect of essential oils on meat and fat qualities of crossbred young bulls finished in feedlots. **Meat Science**, v. 121, p. 278-284, 2016.

SAÑUDO, C.; ENSER, M.; CAMPO, M. M.; NUTE, G.R.; MARÍA, G.; SIERRA, I.; WOOD, J. D. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcass from Britain and Spain. **Meat Science**, v. 54, p. 339-346, 2000.

TEIXEIRA, A., PEREIRA, E., RODRIGUES, S. Goat meat quality. Effects of salting, air-drying and ageing processes. **Small Ruminants Research**, v. 98, 1-3, 2011.

TOZER, K.N. **Quality improvement and shelf-life extension of fish filets from three aquaculture species**. 2001. 134p. Dissertação (Mestrado) – University of Guelph. Ontário, Canadá.

VYNCKE, B. W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichm**, v. 72, n. 12, p. 1084-1087, 1970.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de silagens de gramíneas e leguminosas com intuito de aumentar o teor proteico do volumoso é questionável. Devido à perda de produtividade das culturas e do reduzido incremento de proteína na silagem, a consorciação pode não ser viável perante o custo de implantação da cultura e com pouca quantidade de algum ingrediente proteico (ureia, por exemplo) semelhantes resultados são alcançados.

Apesar da possibilidade de alterações no arranjo do plantio no consórcio, para aumento da proporção de leguminosa, ou escolha de variedades de soja adequadas à produção de biomassa, os benefícios não são vistos no desenvolvimento das culturas. A redução significativa na produção de forragem e grãos influencia no valor nutricional da silagem produzida.

Em relação ao estágio de desenvolvimento da soja no momento da colheita, a silagem apresentou fermentações indesejáveis, altas perdas de MS e menor desempenho dos animais quando incluída na dieta como fonte exclusiva de forragem. Entretanto, com utilização adequada do processo e tecnologias de ensilagem é possível produzir silagens de leguminosas com alta qualidade nutricional. Porém, para consorciação é difícil relacionar o ponto de colheita de ambas as culturas para beneficiar a ensilagem.

Em relação ao desempenho produtivo e qualidade da carne dos cordeiros, o consórcio de milho e soja apresentou resultados similares ao milho em monocultivo. Entretanto, é preciso avaliar se a inclusão da soja garantiria a redução dos concentrados proteicos e minimizaria os custos de produção.

APÊNDICE



Comissão de Ética no Uso de Animais

da Universidade Estadual de Maringá

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Características agrônômicas e valor alimentício das silagens de milho e soja em monocultivo ou consorciadas, avaliado em ovinos em terminação", protocolado sob o CEUA nº 5430020316, sob a responsabilidade de **Clóves Cabreira Jobim e equipe; Dheyne Cristina Bolson; Antonio Vinicius Iank Bueno; Felipe Palonbino; Fernando Alberto Jacovaci; João Luiz Pratti Daniel; Matheus Gonçalves Ribeiro; Matheus Machado; Viviane Carnaval Gritti** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Maringá (CEUA/UEM) na reunião de 18/05/2016.

We certify that the proposal "Agronomic characteristics and nutritional value of corn and soybean silage in the monoculture or intercropped evaluated in feedlot sheep", utilizing 21 Ovines (21 males), 4 Bovines (4 males), protocol number CEUA 5430020316, under the responsibility of **Clóves Cabreira Jobim and team; Dheyne Cristina Bolson; Antonio Vinicius Iank Bueno; Felipe Palonbino; Fernando Alberto Jacovaci; João Luiz Pratti Daniel; Matheus Gonçalves Ribeiro; Matheus Machado; Viviane Carnaval Gritti** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the State University of Maringá (CEUA/UEM) in the meeting of 05/18/2016.

Vigência da Proposta: de 08/2016 a 12/2016

Área: Forragicultura E Pastagem

Procedência: Não aplicável biotério

Espécie: Ovinos

sexo: Machos

idade: 4 a 6 meses

N: 21

Linhagem: Dorper/Santa Inês

Peso: 25 a 30 kg

Procedência: Fazenda Experimental de Iguatemi

Espécie: Bovinos

sexo: Machos

idade: 1 a 2 anos

N: 4

Linhagem: Holandês

Peso: 450 a 500 kg

Resumo: Realizar estudo avaliando as características agrônômicas e valor alimentício das silagens de milho e soja em monocultivo ou consorciadas, na alimentação de ovinos confinados e em terminação. Desta forma, serão utilizados três silagens experimentais de milho cultivado em monocultivo; soja cultivado em monocultivo e milho e soja consorciados. As avaliações agrônômicas serão realizadas durante o desenvolvimento da cultura e as silagens provenientes dos tratamentos serão fornecidos a bovinos canulados com fim de mensuração de degradabilidade, ligados ao tipo de alimento, complementando os resultados observados durante o experimento de desempenho animal.

Maringá, 18 de maio de 2016

Prof. Dra. Vilma Aparecida Ferreira de Godoi
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dra. Tatiana Carlesso dos Santos
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Estadual de Maringá

Normas da Revista Agropecuária Brasileira - PAB

Diretrizes para Autores

Escopo e política editorial

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

As submissões de artigos científicos, notas científicas e revisões (a convite do editor) devem ser encaminhadas via eletrônica e, **preferencialmente**, em inglês. No entanto, aqueles encaminhados em português ou espanhol terão que ser **obrigatoriamente traduzidos para o inglês** antes de serem publicados. **As despesas de tradução serão de responsabilidade dos autores.**

Forma e preparação de manuscritos

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

- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

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

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

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

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

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

- Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo:

“Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado “.....” e com a submissão para a publicação na revista PAB.

Como fazer:

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

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

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

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

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

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

Título

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

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

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

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

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

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

Nomes dos autores

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

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

Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.
- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

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

Termos para indexação

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

Introdução

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

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.

- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

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

Conclusões

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.
- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.
- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

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

- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.

- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.

- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.

- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.

- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.

- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.

- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

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

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

- Artigos de periódicos

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

- Capítulos de livros

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

- Livros

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

- Teses

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

- Fontes eletrônicas

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

Citações

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados. - A autocitação deve ser evitada. - Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Redação das citações dentro de parênteses
- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.
- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.
- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.
- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.
- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.
- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.
- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.
- Redação das citações fora de parênteses
- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

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

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.
- Devem ser auto-explicativas.
- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.
- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.
- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.
- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.
- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.
- Notas de rodapé das tabelas
- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.
- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.
- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.
- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.
- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- Devem ser auto-explicativas.
- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.

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

Notas Científicas

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

Apresentação de Notas Científicas

- A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.
- As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:
- Resumo com 100 palavras, no máximo.
- Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
- Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Outras informações

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.

- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.

- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

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

Embrapa Informação Tecnológica Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB

Caixa Postal 040315 CEP 70770 901 Brasília, DF

Condições para submissão

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

1. O manuscrito deve ser inédito e não pode ter sido submetido, simultaneamente, a outro periódico, e seus dados (tabelas e figuras) não podem ter sido publicados parcial ou totalmente em outros meio de publicação técnicos ou científicos (boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas, etc.).
2. O texto deve ser submetido no formato do Microsoft Word, em espaço duplo, escrito na fonte Times New Roman 12, tamanho de papel A4, com páginas e linhas numeradas; e o arquivo não deve ultrapassar o tamanho de 20 MB.
3. O artigo deve ter, no máximo, 20 páginas e tem que estar organizado na seguinte ordem: Título; nome completo dos autores, seguido de endereço institucional e eletrônico; Resumo; Termos para indexação; Title, Abstract; Index terms; Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusões; Agradecimentos; Referências; tabelas e figuras.
4. Os padrões de texto e de referências bibliográficas devem ser apresentados de acordo com as orientações, para a apresentação de manuscritos, estabelecidas nas Diretrizes aos autores, as quais se encontram na página web da revista PAB.
5. Mensagens de concordância dos coautores com o conteúdo do manuscrito e sua submissão à revista devem ser compiladas pelo autor correspondente em um arquivo do Microsoft Word e carregadas no sistema como um documento suplementar, no quarto passo do processo de submissão.
6. Diante do grande número de trabalhos recebidos para publicação (média de 110 por mês), solicitamos sua concordância com os seguintes procedimentos adotados pela revista PAB:

Os trabalhos são analisados pela Comissão Editorial, antes de serem submetidos à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se os seguintes aspectos, entre outros: escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura; resultados com contribuição significativa; qualidade das tabelas e figuras; e, finalmente, originalidade e consistência das conclusões.

Após a aplicação desses critérios, caso o número de trabalhos aprovados ultrapasse a capacidade de publicação mensal, é aplicado o critério da **relevância relativa**. Segundo esse critério, os trabalhos com contribuição mais significativa para o avanço do conhecimento científico são aprovados. Esse critério é aplicado apenas aos trabalhos que atendam aos requisitos de qualidade, mas que, por excederem a capacidade de publicação mensal da revista, não podem ser todos aprovados. Por esse mesmo motivo, informamos que não aceitamos pedido de reconsideração.