

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI

FRANÇOISE MARA GOMES

SILAGENS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE CAPIM-MARANDU E
AMENDOIM FORRAGEIRO

DIAMANTINA - MG
2013

FRANÇOISE MARA GOMES

**SILAGENS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE CAPIM-MARANDU E
AMENDOIM FORRAGEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Prof^a. Karina Guimarães Ribeiro
Coorientador: Prof. Odilon Gomes Pereira

DIAMANTINA - MG
2013

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

G633s	<p>Gomes, Françoise Mara Silagens com diferentes proporções de capim-marandu e amendoim forrageiro / Françoise Mara Gomes. – Diamantina: UFVJM, 2014. 33 p. : il.</p> <p>Orientadora: Karina Guimarães Ribeiro Coorientador: Odilon Gomes Pereira</p> <p>Dissertação (Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p>1. Ácidos orgânicos. 2. Efluente. 3. Nitrogênio amoniacal. 4. Nitrogênio insolúvel em detergente neutro I. 5. Perdas de matéria seca. I. Título. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p style="text-align: right;">CDD 633</p>
-------	--

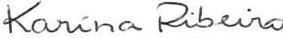
Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FRANÇOISE MARA GOMES

**SILAGENS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE CAPIM-MARANDU E
AMENDOIM FORRAGEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos
Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

APROVADA em 18/07/2013


Prof.^a Karina Guimarães Ribeiro – UFV
Orientadora


Prof. Odilon Gomes Pereira – UFV
Coorientador


Prof. Saulo Alberto do Carmo Araújo – UFVJM

DIAMANTINA – MG
2013

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Rosemary dos Santos Gomes e Mário Geraldo Gomes, pelo constante incentivo, amor e carinho destinados à minha educação e pelas preces e ensinamentos de vida.

Ao meu irmão, Alan, pela amizade e união.

Ao Douglas, pelo carinho, companheirismo e cuidado.

AGRADECIMENTO

A Deus, por ter me dado forças e saúde para vencer mais uma etapa.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, pela formação.

À professora Karina Guimarães Ribeiro, pela orientação, paciência, ensinamentos e exemplo de dedicação profissional.

Ao professor Odilon Gomes Pereira, pelas orientações e por permitir que o trabalho fosse conduzido no Laboratório de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da UFV.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Agradeço a todos os colegas de pós-graduação, alunos de iniciação científica e estagiários do Laboratório de Forragicultura-UFV, com os quais convivi durante todo o tempo de condução do experimento, em um ambiente onde a amizade e a solidariedade foram de fundamental importância para o sucesso do trabalho.

Aos professores da pós-graduação, pelos ensinamentos.

À secretária da Pós Graduação da Zootecnia-UFVJM, Elizângela, pela presteza e atendimento quando foi necessário.

A todos os funcionários do Departamento de Zootecnia da UFV, pelo auxílio no momento da ensilagem e durante as análises no Laboratório de Forragicultura e Análises de Alimentos.

Às amigas de república em Viçosa, Fernanda, Vanessa, Bruna, Juliana e Natália, pela amizade, paciência, descontração e tolerância.

Aos meus pais, Mário Geraldo Gomes e Rosemary dos Santos Gomes, e meu irmão Alan Pierre Gomes, pelo amor incondicional que sempre dedicaram a mim, que por muitas vezes abriram mão dos seus sonhos para que os meus fossem possíveis e sempre me incentivaram com palavras de força e carinho para que eu não desanimasse. Vocês que sempre me mostraram que não é possível ir muito longe sem respeito, humildade e o amor.

Ao Douglas, pelo companheirismo, cumplicidade e por contribuir para que os meus dias sejam ainda mais felizes.

Às minhas avós, *Didina* e Rosa, exemplos de força, determinação, coragem e amor, que comemoram comigo mais essa vitória.

Aos meus familiares que são tão presentes na minha vida!

A todos os amigos e colegas de curso, Regina, Bruna, Renata, Kênia, Gabi, Bruno, Luísa e mesmo os que não tiveram seus nomes citados, pela amizade e companheiro.

A todos que torceram por mim, obrigada!

BIOGRAFIA

Françoise Mara Gomes, filha de Mário Geraldo Gomes e Rosemary dos Santos Gomes, nasceu em 05 de abril de 1988, na cidade de Diamantina-MG.

Em julho de 2011, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM.

Em agosto de 2011, iniciou o Curso de mestrado em Zootecnia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, na área de Produção Animal, submetendo-se à defesa de dissertação em 18 de julho de 2013.

RESUMO

GOMES, Françoise Mara. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, fevereiro de 2013. 23p. **Silagens com diferentes proporções de capim-marandu e amendoim forrageiro**. Orientadora: Karina Guimarães Ribeiro. Coorientador: Odilon Gomes Pereira. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

O estudo foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de avaliar as populações de microrganismos, as perdas de matéria seca, a composição bromatológica e as características fermentativas de silagens mistas de capim-marandu, com diferentes níveis de amendoim forrageiro (0; 25; 50; 75 e 100%), com e sem inoculante microbiano Sil All (Alltech do Brasil). Utilizou-se o esquema fatorial 5 x 2 (cinco proporções de amendoim forrageiro, com e sem inoculante), no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. O material foi ensilado em baldes com capacidade de 20 L, providos com válvulas de Bunsen, e abertos 60 dias após o fechamento para as avaliações. Observou-se efeito da interação nível de amendoim forrageiro e inoculante microbiano sobre pH ($P < 0,05$) e teores de FDNcp ($P < 0,01$), ácidos láctico, propiônico e butírico, populações de fungos + leveduras ($P < 0,05$), produção de gases ($P < 0,01$), recuperação e produção total de matéria seca. Verificou-se efeito do nível de amendoim forrageiro para o pH ($P < 0,01$) e teores de MS, PB, FDA, NIDA, lignina, FDNcp, carboidratos solúveis residuais, NH_3 ($P < 0,05$), ácidos láctico ($P < 0,01$), acético, propiônico e butírico, populações de bactérias ácido láctico ($P < 0,05$) e fungos + leveduras ($P < 0,01$) e sobre a recuperação e perdas totais de matéria seca. O efeito do inoculante foi observado sobre o pH ($P < 0,01$), teores de NIDA, lignina, FDNcp, carboidratos solúveis residuais ($P < 0,05$), ácidos láctico ($P < 0,01$) e propiônico, e sobre recuperação e perdas totais de matéria seca. Conclui-se que, a adição de amendoim forrageiro ao capim-marandu, no momento da ensilagem, aumenta o teor de proteína bruta e reduz o teor de fibra, bem como proporciona perfil fermentativo adequado e boa recuperação de matéria seca nas silagens. O uso do inoculante microbiano não apresenta benefícios em relação à composição bromatológica, mas proporciona melhor perfil fermentativo.

Palavras-chave: ácidos orgânicos, efluente, nitrogênio amoniacal, nitrogênio insolúvel em detergente neutro, perdas de matéria seca, população de microrganismos.

ABSTRACT

GOMES, Françoise Mara. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, fevereiro de 2010. 23p. **Silages containing different proportions of Marandu Grass and peanut**. Adviser: Karina Guimarães Ribeiro. Committee members: Odilon Gomes Pereira. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

The study was conducted at the Federal University of Viçosa, in order to assess the populations of microorganisms, losses of dry matter, chemical composition and fermentation characteristics of silage mixed Marandu grass with different levels of peanut (0, 25, 50, 75 and 100%), with and without inoculant Sil All (Alltech Brazil). We used a 5 x 2 factorial design (five proportions of peanut, with and without inoculation), in a completely randomized design with three replications. The material was ensiled in buckets with a capacity of 20 liters, fitted with Bunsen valves, and open 60 days after closing for evaluations. We observed a significant interaction between level of peanut and inoculation on pH ($P < 0.05$) and levels of NDF ($P < 0.01$), lactic acid, propionic and butyric acids, yeast fungus populations + ($P < 0.05$), gas production ($P < 0.01$), recovery and total production of dry matter. There was no effect on the level of peanut for pH ($P < 0.01$) and DM, CP, ADF, NIDA, lignin, NDF, residual soluble carbohydrates, NH_3 ($P < 0.05$), lactic acid ($P < 0.01$), acetic, propionic and butyric acids, lactic acid bacteria population ($P < 0.05$) + yeasts and fungi ($P < 0.01$) and for total recovery and losses of dry matter. The effect of inoculum was observed on the pH ($P < 0.01$) levels of NIDA lignin, NDF, residual soluble carbohydrates ($P < 0.05$), lactic acid ($P < 0.01$) and propionic, and on Total recovery and losses of dry matter. We conclude that the addition of the peanut Marandu grass at the time of ensiling increases the protein content and reduces the fiber content as well as provides adequate fermentation profile and good recovery of dry matter in the silage, regardless of the use of inoculant.

Keywords: ammonia nitrogen, dry matter loss, effluent, microbial population, neutral detergent insoluble nitrogen, organic acids.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Composição químico-bromatológica (%MS), capacidade tampão (e.mg de HCl/100g MS), capacidade fermentativa e população de microrganismos (log UFC g⁻¹) de capim-marandu, amendoim forrageiro e suas misturas, antes da ensilagem.....19
- Tabela 2 - Composição químico-bromatológica (%MS) de silagens de capim-marandu, com níveis crescentes de amendoim forrageiro (0, 25, 50, 75 e 100%), com e sem inoculante microbiano, e suas respectivas equações de regressão.....22
- Tabela 3 - Perfil fermentativo médio, de silagens de capim-marandu, com níveis crescentes de amendoim forrageiro (0, 25, 50, 75 e 100%), com e sem inoculante microbiano, e suas respectivas equações de regressão.....25
- Tabela 4 - Populações médias de microrganismos de silagens de capim-marandu, com níveis crescentes de amendoim forrageiro (0, 25, 50, 75 e 100%), com e sem inoculante microbiano e suas respectivas equações de regressão.....28
- Tabela 5 - Perdas por efluente, por gases e totais e recuperação de massa seca, em silagens de capim-marandu com níveis crescentes de amendoim forrageiro (0, 25, 50, 75 e 100%), e suas respectivas equações de regressão.....30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1. INTRODUÇÃO

Para amenizar o problema da estacionalidade de produção das forrageiras, busca-se o manejo integrado do pasto, que visa conservar o excedente de forragem da estação de produção, a fim de ser utilizado, estrategicamente, no período da seca. O processo de ensilagem é uma prática usualmente utilizada na conservação de forragem, sendo a produtividade de massa seca e o valor nutritivo da forragem, aspectos importantes a serem considerados.

No Brasil, a base da alimentação dos bovinos é o alimento volumoso, deste modo vários estudos são executados para avaliar alternativas de suplementação volumosa, considerando-se a utilização da silagem uma opção viável para garantir o fornecimento de forragem de alta qualidade, durante o período de carência de alimentos (PEREIRA et al., 2008).

Dentre as espécies forrageiras, as do gênero *Brachiaria* apresentam destacada participação no mercado brasileiro, adaptando-se às variadas condições de clima e de solo, Contudo, sua extensa utilização deve-se, principalmente, á sua adaptação às condições de solos, com baixa a média fertilidade (VALLE et al., 2000).

As cultivares de *Brachiaria* são as forrageiras mais utilizadas em nosso país e isto se deve ao fato de serem plantas de elevada produção por área, possuem adequada adaptabilidade, facilidade de estabelecimento, persistência e apropriado valor nutritivo, além de apresentarem poucos problemas de doenças e bom crescimento durante a maior parte do ano, inclusive no período seco, desde que bem manejadas (COSTA et al., 2005).

Estudos realizados por Evangelista et al. (2004), Bergamaschine et al. (2006) e Ribeiro et al. (2009), com silagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu constataram baixo teor de carboidratos solúveis e alto poder tampão, fatores estes que podem dificultar o processo fermentativo, impedindo a confecção de silagens de boa qualidade.

As silagens de gramíneas apresentam baixo teor de protéico, sendo necessária a suplementação da dieta dos animais com concentrado, refletindo, negativamente, nos custos de produção (EVANGELISTA, et al. (2004). O enriquecimento protéico destas silagens, por meio da associação com leguminosas, é considerada uma forma de contornar essa deficiência, além de supri-la com maior quantidade de cálcio e fósforo (BAXTER et al., 1984).

A crescente demanda por leguminosas em pastagens tem proporcionado o lançamento de várias cultivares no mercado brasileiro, dentre essas o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) cv. Belmonte, que apresenta elevado potencial forrageiro, haja vista suas

características de alta produtividade, persistência, e, em especial, por sua capacidade de fixar e introduzir o nitrogênio no sistema, minimizando o uso de fertilizantes nitrogenados de custo mais elevado (PAULINO et al., 2009).

No entanto, considerando que relatos sobre uso de leguminosas tropicais para o processo de ensilagem são escassos, na busca de conhecimentos técnico-científicos sobre suas silagens, conduziu-se o presente estudo com vistas a avaliar a composição bromatológica, as características fermentativas, as populações de microrganismos, as perdas e a recuperação de matéria seca de silagens de capim-marandu, com níveis crescentes de amendoim forrageiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Pesquisas comprovam que as gramíneas tropicais apresentam elevado teor de umidade e baixo teor de carboidratos solúveis, necessários para boa fermentação, fatores que, associados, prejudicam o processo fermentativo do material (EVANGELISTA, 2004). Entretanto, ainda que os diversos capins, diferentemente do milho, possam apresentar problemas que interfiram na fermentação (baixo teor de carboidratos solúveis, alto poder tampão e alto teor de água), eles têm vantagens que os tornam estrategicamente interessantes, como reserva de alimento para a seca, na forma de silagem, como a perenidade, menor custo por quilograma de matéria seca, baixo risco de perda e maior flexibilidade na colheita (CORRÊA et al., 2001). Por outro lado, possuem outros aspectos desfavoráveis, como baixa população de bactérias produtoras do ácido lático e menor conteúdo energético, em comparação com o milho ou sorgo, sendo necessário aumentar a participação de concentrado na dieta (PEREIRA et al., 2008).

No estudo de silagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, adicionadas ou não de inoculante bacteriano Sil All C4 (Alltech do Brasil), Jayme et al. (2011) encontraram valores médios de 21,5%; 7,6%; 16,3% e 4,9, respectivamente, para teor de MS, PB, nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total e pH, indicando que o uso do inoculante não melhorou as características qualitativas, fermentativas e nutricionais das silagens avaliadas.

Em estudo avaliando as características da silagem de capim-marandu, Evangelista et al. (2004) observaram teores de FDN, FDA e PB de 68; 44 e 5,7%, respectivamente, na silagem não emurchecida. O teor de N-NH₃ foi considerado baixo, de 1,9% do N-Total, indicando que houve reduzida proteólise.

Avaliando a qualidade fermentativa e a composição química de silagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, produzidas com aditivo enzimático bacteriano Sil All C4 (Alltech do Brasil), Bergamaschine et al. (2006) relataram que este não foi eficiente em alterar o perfil da fermentação, proporcionando silagens com valores médios de 4,8, para pH, e 32,3%; 73,0% e 31,3%, para teores de N-NH₃, FDN e FDA, respectivamente, concluindo que o uso de aditivo na ensilagem do capim-marandu é dispensável.

Estimando o perfil fermentativo e valor nutritivo de silagens de capim-marandu ensilado, sem e com aditivos (*Lactobacillus plantarum* + *Propionibacterium*; *Lactobacillus buchneri* e benzoato de sódio), Bernardes et al. (2008) verificaram produção de efluente de 68,5; 48,2; 59,5 e 56,6 kg/t MV, para silagem controle e silagens tratadas com *Lactobacillus*

plantarum e *Propionibacterium*, *L. buchneri* e benzoato de sódio, respectivamente, e concluíram que os aditivos foram eficientes em reduzir a produção de efluente.

As cultivares da espécie *Arachis pintoi*, comumente denominadas de amendoim forrageiro, encontram-se difundidas nas zonas tropicais e subtropicais do Brasil e do mundo. Tal fato deve-se às suas características, tais como: prolificidade, elevada produtividade de forragem, altos teores de proteína bruta, elevada digestibilidade, excelente aceitabilidade e resistência ao pastejo intenso, aliada à ótima competitividade, quando associado com gramíneas (NASCIMENTO, 2006).

O *Arachis pintoi* cv. Belmonte é originado de acessos introduzidos na sede da Superintendência da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira/Ceplac, em Ilhéus, Bahia. Foi a primeira cultivar lançada, excepcionalmente, com propagação vegetativa (Paganella & Valls, 2002), por meio de mudas ou estolões bem desenvolvidos, recomendados devido à baixa produção de sementes (PEREIRA et al., 1999).

Segundo Mc Donald et al. (1991), o alto poder tampão, característico dos alimentos ricos em proteína e com baixos teores de carboidratos solúveis em sua constituição, são obstáculos à conservação da forragem, pois a produção de ácidos lácticos é escassa. Assim, Evangelista et al. (2003) citaram que ao ensilar leguminosas, não se pode esperar silagens com características fermentativas semelhantes às de silagens de milho.

Em experimento para avaliar as características químico-bromatológicas das silagens de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), colhido aos 60 dias de rebrotação, e da mistura de amendoim forrageiro com capim-elefante cv. Paraíso, nas proporções de 10, 20 e 30%, Paulino et al. (2009), observaram teores de 20% de MS e 17,6% de PB, com adição de 30% de capim-elefante cv. Paraíso. Este tratamento proporcionou pH de 3,5 e teor de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total de 10,5%, resultando em silagens com características fermentativas aceitáveis.

Em experimento, avaliando as características fermentativas e valor nutritivo do *Arachis pintoi* (187444) e *Arachis pintoi* (CIAT 17434), com níveis de 0, 3 e 6% de melaço, com base no peso da massa verde, emurhecidas ou não, Jones & Bourrillón (2006) observaram teores médios de 0,44; 2,45 e 1,68% para ácidos láctico, acético e butírico, respectivamente, em silagens com a forrageira colhida com 12 semanas de rebrotação, não emurhecida e sem adição de melaço. Além disso, encontraram teores médios de 16,2 e 57,4%, para proteína bruta e fibra em detergente neutro, respectivamente.

No estudo, para avaliar a composição bromatológica de silagens de amendoim forrageiro com e sem inoculante Sil All C4 (Alltech do Brasil) e níveis de melaço em pó, em

silos tipo *Bag*, Rosa et al. (2012), encontraram teores médios de 18 e 17,9%, para teores de MS, e 12,6 e 10,8%, para teores de NIDA, nas silagens sem e com inoculante, respectivamente.

Em revisão, Zopollatto et al. (2009) observaram que as silagens inoculadas com as bactérias homofermentativas apresentaram redução no pH em 37,5% dos resultados avaliados, comprovando a eficácia do ácido láctico em diminuir o pH na ensilagem.

Assim, objetivou-se, com o presente estudo, avaliar a composição bromatológica, as características fermentativas, as populações de microrganismos, as perdas e a recuperação de matéria seca de silagens de capim-marandu, com níveis crescentes de amendoim forrageiro.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizada no município de Viçosa-MG, situada a 20° e 45' de latitude sul, 42 e 51' de longitude oeste e 657 m de altitude, apresentando precipitação média anual de 1341 mm, nos quais cerca de 86% ocorrem nos meses de outubro a março.

Foi utilizada uma área já implantada com capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) e outra com amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Belmonte), colhidas no mesmo dia (14/02/13) para produção das silagens. O capim-marandu foi colhido com 60 dias de rebrotação, a 5 cm do nível do solo, e o amendoim forrageiro foi cortado rente ao mesmo, no início do florescimento, com auxílio de uma roçadora costal. O capim-marandu apresentava produção de massa seca de 7,2 t/ha e o amendoim forrageiro de 2,6 t/ha.

Posteriormente ao corte, ambas as forrageiras foram picadas, isoladamente, em máquina ensiladora estacionária, em partículas de aproximadamente 2 cm. Primeiramente, foi picado o amendoim forrageiro e depois o capim-marandu. Em seguida, executou-se a pesagem das forragens, acrescentando-se as seguintes proporções de amendoim no capim-marandu: 0 (controle), 25, 50, 75 e 100% do peso na matéria natural.

O inoculante microbiano Sil All 4X4 W.S. (Altech do Brasil) foi aplicado com o auxílio de um pulverizador manual, com capacidade de 2 L, naqueles tratamentos que receberam inoculante. A dosagem utilizada foi a recomendada pelo fabricante, na seguinte proporção: 5 g/t MV, diluídos em 2 L de água. O inoculante microbiano utilizado continha os seguintes níveis de garantia: sacarose, *Lactobacillus plantarum*; *Pediococcus aciditactici*, *Enterococcus faecium*, dióxido de sílcio, amilase, celulase, enzima hemicelulolítica, *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius*, xilanase, e, bactérias lácticas totais ($1,89 \times 10^{10}$ UFC/g); *Enterococcus faecium* ($2,10 \times 10^9$ UFC/g); amilase (200U/g); enzima hemicelulolítica (16U/g); xilanase (16U/g) e celulose (10U/g). No material não tratado foi aplicada a mesma quantidade de água, oferecendo condições uniformes nas silagens a serem avaliadas.

Após aplicação dos tratamentos, a forragem foi ensilada em baldes com capacidade para 20 L, com tampa de encaixe próprio, providos com válvula de Bunsen, adaptadas à suas tampas, para permitir o escape dos gases procedentes da fermentação. No fundo dos silos, foram colocados 4 kg de areia seca dentro de um saco de pano, para posterior estimativa da produção de efluente. A compactação da forragem foi feita, manualmente, por pisoteio, obtendo-se massa específica média de 580 kg/ m³. As tampas dos silos foram vedadas com fita adesiva, que foram pesados e mantidos em área coberta, à temperatura ambiente.

Utilizou-se o esquema fatorial 5 x 2 (5 níveis de amendoim forrageiro x com e sem inoculante), em um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. As proporções de amendoim forrageiro na massa ensilada foram de 0, 25, 50, 75 e 100% do peso total na matéria natural.

Os silos foram abertos aos 60 dias após a ensilagem e avaliaram-se as perdas de matéria seca por gases e por efluente e as perdas de matéria seca total, segundo técnicas descritas por JOBIM et al. (2007).

O peso dos baldes e de seus componentes individuais foram medidos, previamente, de forma a permitir o cálculo das perdas. Na abertura, anotaram-se os pesos dos baldes com e sem forragem. O conjunto (silo laboratorial) sem a forragem foi constituído pela tampa, o próprio balde e a areia.

A diferença entre o conjunto vazio, antes do enchimento, e a medida do mesmo conjunto vazio, após a abertura, permitiu estimar o cálculo de perdas por efluente:

$$E = [(PVf - Tb) - (Pvi - Tb)] / MFi \times 1000, \text{ onde:}$$

E: produção de efluente (kg/tonelada de MV);

PVi: peso do balde vazio + peso da areia no fechamento (kg);

PVf: peso do balde vazio + peso da areia na abertura (kg);

Tb: tara do balde;

MFi: massa verde da forragem no fechamento (kg).

A perda gasosa foi quantificada pela diferença entre a quantidade de massa seca da forragem no fechamento do silo e a quantidade de massa seca existente no silo, na época da abertura, pela seguinte equação:

$$G = (PCi - PCf) / (MFi \times MSi) \times 10.000, \text{ onde:}$$

G: perdas por gases (%MS);

PCi: peso do balde cheio no fechamento (kg);

PCf: peso do balde cheio na abertura (kg);

MFi: matéria de forragem no fechamento (kg);

MSi: teor de matéria seca da forragem no fechamento.

O índice de recuperação de matéria seca (RMS) foi obtido por meio da diferença de peso da massa de forragem no momento da ensilagem e da abertura dos silos e seus respectivos teores de MS, segundo a seguinte equação:

$$RMS = (MFf \times MSf) - (MFi \times MSi) \times 100, \text{ onde:}$$

RMS: taxa de recuperação de matéria seca (%);

MFi: matéria de forragem no fechamento (kg);

MSi: teor de matéria seca da forragem no fechamento (%);

MFf: matéria de forragem na abertura (kg);

MSf: teor de matéria seca da forragem na abertura (%).

As amostras utilizadas para análises laboratoriais foram coletadas (está correto??), separando-se as partes contaminadas com mofo, na parte superior, e contaminadas com efluente, na parte inferior do silo, utilizando-se, então, somente a parte do mediana que foi homogenizada.

As populações microbianas foram quantificadas nas forragens, antes da ensilagem e nas silagens, utilizando-se meios de cultura seletivos em placas de petri para cada grupo microbiano: MRS Ágar, para bactérias do ácido lático, Violet Red Bile, para enterobactérias, e Petrifilm, para fungos + leveduras.

A enumeração dos grupos microbianos foi realizada a partir de 25g de uma amostra de cada silo (balde), aos quais foram adicionadas 225 mL de solução tampão fosfato, obtendo-se a diluição de 10^{-1} (KUNG JR., 1996). Em seguida, diluições sucessivas foram realizadas, objetivando-se obter diluições, variando de 10^{-1} a 10^{-7} para bactérias ácido lácticas; de 10^{-2} a 10^{-6} para enterobactérias; de 10^{-1} e 10^{-5} para fungos+leveduras, nas forragens antes da ensilagem, e diluições, variando de 10^{-2} a 10^{-6} para bactérias ácido lácticas e de 10^{-1} e 10^{-5} para enterobactérias e fungos+leveduras, nas silagens. Foram consideradas passíveis de contagem as placas com valores entre 30 e 300 unidades formadoras de colônias (UFC).

Na mesma ocasião, foram colhidas amostras de 25 g de silagem de cada silo, as quais foram adicionadas 100 mL de água destilada e deixadas em repouso por 1h, para leitura do pH, utilizando-se potenciômetro, e, em outros 25g de silagem, foram adicionados 225mL de água destilada e homogeneizadas em liquidificador industrial, durante 1 minuto, e, em seguida, realizada filtração em papel filtro, cujo filtrado foi utilizado para determinação do nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), segundo metodologia descrita por DETMANN et al. (2012).

Para determinação dos ácidos orgânicos, aproximadamente 25 g de silagem de cada silo foram diluídos em 225 mL de água destilada e homogeneizadas em liquidificador industrial, durante 1 minuto, e os extratos aquosos obtidos foram filtrados, acidificados com solução de ácido metafosfórico 20% e centrifugados por 15 minutos, segundo metodologia descrita por KUNG JR. (1996). Em seguida, as análises dos ácidos orgânicos foram realizadas em um Cromatógrafo Líquido de Alto Desempenho (HPLC). A identificação e quantificação dos ácidos lático, acético, butírico e propiônico foram efetuadas, utilizando-se a coluna C18 (Fase Reversa) da marca Biorad.

Para determinar a composição bromatológica das silagens, foram coletados, aproximadamente, 400g de amostras de cada silo, que foram pré-secas em estufa com ventilação forçada de ar a 55°, por 72 h, e as amostras moídas em moinho tipo “Willey”, com peneira de 1 mm.

A capacidade fermentativa (CF), expressa em e.mg de HCl/100 g de MS, foi calculada de acordo com a equação proposta por Kaiser et al. (2002): $CF = MS + 8 \times (CS/CT)$, onde, MS = teor de matéria seca (%), CS = carboidratos solúveis (%) e CT = capacidade tampão (%). A capacidade tampão foi analisada segundo PLAYNE E Mc DONALD (1966).

Nas amostras moídas, foram efetuadas análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina, segundo técnicas descritas por Detmann et al. (2012), e de carboidratos solúveis, segundo técnica de Bailey, modificada por SILVA E QUEIRÓZ (2002).

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo realizada análise de regressão para as médias quantitativas, em função de níveis de amendoim forrageiro, e as médias qualitativas comparadas pelo teste “F”, respectivamente, a 5% de significância para o erro tipo I.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se a composição químico-bromatológica, a capacidade tampão, a capacidade fermentativa e as populações microbianas de plantas de capim-marandu e amendoim forrageiro e suas misturas, com e sem inoculante microbiológico, antes da ensilagem.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica (%MS), capacidade tampão (e.mg de HCl/100g MS), capacidade fermentativa e população de microrganismos (log UFC g⁻¹) de capim-marandu, amendoim forrageiro e suas misturas, antes da ensilagem.

	Capim-marandu : Amendoim forrageiro				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
MS	26,2	25,5	23,5	22,3	21,0
PB	5,14	12,8	10,7	16,3	17,9
FDN	77,5	67,8	61,5	52,6	47,2
FDNcp	72,9	61,2	56,2	45,0	37,5
FDA	45,5	38,7	37,9	34,7	33,8
NIDA	10,0	6,4	10,4	10,5	13,4
LIGNINA	2,68	3,21	3,93	5,70	5,85
CHOSOL	1,52	NA	NA	NA	4,98
CT	4,25	5,37	5,55	6,35	7,14
CF	22,7	NA	NA	NA	35,6
BAL	5,90	6,35	6,92	6,87	6,63
ENT	6,49	7,12	7,22	7,56	8,01
FUN+LEV	5,76	6,05	6,47	5,99	6,85

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDNcp: fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido; CHOSOL: carboidratos solúveis; CT: capacidade tampão; CF: capacidade fermentativa; BAL: população de bactérias ácido lácticas; ENT: população de enterobactérias; FUN + LEV: população de fungos + leveduras; NA: não analisado.

O teor de matéria seca (MS), na amostra de capim-marandu (26,2%), atende ao mínimo (26%) preconizado por Haigh (1999), para que a planta produza silagem de boa qualidade, porém, encontra-se teor de MS inferior (21%) no amendoim forrageiro, indicando que o material estaria sujeito à fermentações indejáveis. Segundo Haigh (1999), são necessários teores mínimos de 2,5 a 3,0% de carboidratos solúveis na MS da planta, entretanto, Woolford (1984) relatou que, quando o teor de MS da forragem for baixo, é

necessário que a relação carboidrato solúvel:capacidade tampão seja elevada, para se obter uma silagem de boa qualidade. Observa-se, na Tabela 1, que o capim-marandu apresentou baixo teor de carboidrato solúvel (1,52%). Em contrapartida, o valor registrado para amendoim forrageiro (4,98%) seria adequado para fermentação de boa qualidade e pode ser considerado elevado para uma leguminosa tropical.

Em estudo da adição de níveis crescentes de estilosantes Campo Grande ao capim-elefante à ensilagem, Ribeiro et al. (2011) observaram mais altos teores de matéria seca para a leguminosa (22%) em relação à gramínea (18%), aumentando os teores de matéria seca nas misturas ensiladas com níveis de 0 a 100% da leguminosa. Em experimento, avaliando as características fermentativas e valor nutritivo do *Arachis pintoi* (187444) e *Arachis pintoi* (CIAT 17434), com níveis de 0, 3 e 6% de melaço, com base no peso da massa verde, emurhecidas ou não, Jones & Bourrillón (2006) observaram teores médios de matéria seca de 20,9 e 19,1%, nas forragens exclusivas e não emurhecidas de *Arachis pintoi* (187444) e *Arachis pintoi* (CIAT 17434), colhidas com 12 semanas.

A capacidade fermentativa do capim-marandu (22,7) apresentou-se inferior à do amendoim forrageiro (35,6). Weissbach & Honig, citados por Oude Elferink et al. (2000), relataram que, valores superiores a 35 são considerados satisfatórios para a capacidade fermentativa, assim, verifica-se mais alta capacidade fermentativa para o amendoim forrageiro. O valor obtido para o capim-marandu, no presente estudo, é inferior ao valor de 52, registrado para o capim-mulato II (*Brachiaria spp.*) por Heinritz et al. (2012). Esses autores também registraram valores de 30; 50; 46; 36; 55; 35; 68; 40; 32 e 40, para capacidade fermentativa das leguminosas *Cratylia argentea*, *Desmodium velutinum*, *Flemingia macrophylla*, *Leucaena diversifolia*, *Canavalia brasiliensis*, *Centrosema brasilianum*, *Clitoria ternatea*, *Lablab purpureus*, *Stylosanthes guianensis* e *Vigna unguiculata*, todos superiores aos registrados para a leguminosa no presente estudo.

Os mais baixos teores de FDN, FDN_{Cp} e FDA, observados com o aumento na proporção de amendoim forrageiro na massa ensilada, se devem aos menores teores desses constituintes de parede celular na leguminosa em relação à gramínea. Em contrapartida, a elevação nos teores de PB, NIDA e lignina, com o aumento dos níveis de amendoim forrageiro, se devem aos mais altos teores destes no amendoim forrageiro.

Na Tabela 2, encontra-se a composição químico-bromatológica de silagens de capim-marandu, com níveis crescentes de amendoim forrageiro, com e sem inoculante microbiológico e as equações de regressão das variáveis em função dos níveis de amendoim forrageiro. Verifica-se que houve efeito da interação nível de amendoim forrageiro e

inoculante microbiano apenas sobre os teores de FDNcp. Observou-se efeito de nível de amendoim forrageiro sobre os teores de MS, PB, FDA, NIDA, lignina, FDNcp e carboidratos solúveis residuais e efeito de inoculante sobre os teores de NIDA, lignina, FDNcp e carboidratos solúveis residuais (Tabela 2).

Os teores de matéria seca decresceram linearmente com os níveis crescentes de amendoim forrageiro. Isto se deve ao baixo teor de matéria seca do amendoim forrageiro em relação ao capim-marandu, por ocasião da ensilagem (Tabela 1).

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica (%MS) de silagens de capim-marandu, com níveis crescentes de amendoim forrageiro (0, 25, 50, 75 e 100%), com e sem inoculante microbiano, e suas respectivas equações de regressão

Inoculante	Nível de amendoim forrageiro (%)					Média	Significância			CV%	Equações de regressão	r ²
	0	25	50	75	100		N	I	NxI			
	MS (%)											
Sem	26,5	25,8	24,3	22,6	20,7	24,0a	**	Ns	Ns	0,9	Y = 27,1033 – 0,0610133X	0,98
Com	26,9	26,1	24,3	22,6	20,8	24,1 ^a						
	PB (%MS)											
Sem	5,47	7,92	10,6	13,4	16,4	10,7 ^a	**	Ns	Ns	4,0	Y = 5,41667 + 0,106080X	0,99
Com	5,93	8,21	10,2	13,1	16,2	10,7 ^a						
	NIDA (%MS)											
Sem	7,51	9,53	10,6	12,1	12,5	10,4 ^a	**	**	Ns	5,1	Y = 7,47867 + 0,0510133X	0,96
Com	6,97	8,28	9,91	10,6	12,3	9,62b						
	FDNcp (%MS)											
Sem	70,6	63,3	54,3	46,2	38,8	54,7 ^a	**	**	**	3,1	Y = 70,7655 – 0,322320X	0,98
Com	58,4	50,9	44,1	48,3	39,6	48,8b					Y = 56,3126 – 0,150958X	0,66
	FDA (%MS)											
Sem	45,5	43,4	40,9	38,4	35,9	40,8 ^a	**	Ns	Ns	2,1	Y = 45,4187 – 0,0929467X	0,97
Com	44,9	43,2	41,6	38,8	35,6	40,8 ^a						
	LIGNINA (%MS)											
Sem	3,11	3,85	4,76	5,46	6,21	4,48 ^a	**	**	Ns	7,1	Y = 2,87533 + 0,0300800X	0,95
Com	2,42	3,31	4,62	4,76	5,30	4,08b						
	Carboidratos solúveis residuais											
Sem	1,25	1,88	0,88	3,42	1,19	1,72 ^a	**	*	Ns	51,7	X = 1,40	
Com	0,35	2,16	0,26	1,63	0,97	1,07b						

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido; FDNcp: fibra insolúvel em detergente neutro;

FDA: fibra insolúvel em detergente ácido. CV: coeficiente de variação (%). N = Nível de amendoim forrageiro; I = inoculante microbiológico; NxI = interação nível de amendoim forrageiro e inoculante microbiológico. *(P<0,05); **(P<0,01); ns = não significativo. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste “F”.

Avaliando as características de silagens de capim-marandu, colhido aos 70 dias de rebrotação, utilizando ou não o inoculante microbiano Sil All C4 (Alltech do Brasil) em silos laboratoriais, Cesário et al. (2013) encontraram teores médios de MS de 23,1%, para silagens sem inoculante, e 22,6%, para silagens com inoculante. Esses valores são inferiores ao obtido no presente estudo para a silagem exclusiva de capim-marandu.

Os teores de proteína bruta das silagens aumentaram, linearmente, com o aumento dos níveis de amendoim forrageiro na massa ensilada (5,4 a 16,0%), o que se deve ao alto teor de proteína bruta da leguminosa (Tabela 2). Portanto, a silagem de gramínea pode ter seus teores protéicos melhorados quando combinada com a leguminosa. Ribeiro et al. (2012) encontraram médias de 8,6 e 13,5% de PB, em silagens exclusivas de capim-elefante e estilosantes Campo Grande, respectivamente.

Os teores de NIDA aumentaram com o incremento dos níveis de amendoim forrageiro nas silagens, estimando-se valores de 7,5 a 12,6%, respectivamente, para silagens de capim-marandu e amendoim forrageiro exclusivos (Tabela 2). Mesmo assim, a silagem de amendoim forrageiro apresentou mais alto teor de nitrogênio não associado à FDA, em relação à silagem de capim-marandu, sendo superior ao obtido por Paulino et al. (2009), de 8,96%, em silagem de amendoim forrageiro exclusivo.

Os teores de FDN_{cp} variaram de 70,8% a 38,5%, sem inoculante, e de 56,3% a 41,2%, com inoculante, em função do aumento dos níveis de amendoim forrageiro de 0 a 100% na massa ensilada (Tabela 2). Segundo Paulino et al. (2009), o amendoim forrageiro apresenta menor teor de parede celular, que contribui para melhor composição bromatológica da silagem.

Os teores de FDA decresceram linearmente de 45,5 a 35,9%, com os níveis crescentes de amendoim forrageiro. Isto se deve, provavelmente, aos menores teores de FDA da leguminosa em relação à gramínea (Tabela 2). Ao ensilarem capim-marandu com 60 dias de rebrotação, Ribeiro et al. (2008) e Bergamaschine et al. (2006) verificaram teores de FDA 42,8 e 42,% e teores de PB de 7,7 e 8,9%, respectivamente, valores baixo dos obtidos no presente estudo. Rangrab et al. (2000) encontraram teores de FDA de 34,6%, em silagem de alfafa não emurhecida.

Os teores de lignina variaram de 2,88 a 5,88%, com o aumento da proporção da leguminosa na silagem (Tabela 2), e estão dentro da faixa geralmente observada para gramíneas e leguminosas de clima tropical.

Os teores de carboidratos solúveis residuais foram afetados pelos níveis da leguminosa na silagem, entretanto, nenhuma equação ajustou-se aos dados. O valor médio registrado foi 1,4% da MS (Tabela 2) e encontra-se acima dos valores encontrados por Rangrab et al. (2000) em silagem de alfafa, de 0,83 e 1,31%, sem e com emurchecimento, respectivamente.

Houve efeito de inoculante microbiano para os teores de NIDA, lignina, e carboidratos solúveis residuais, observando-se médias de 10,4 e 9,6% para NIDA; de 4,48 e 4,08% para lignina e de 1,70 e 1,07% para carboidratos solúveis residuais, em silagens sem e com inoculante, respectivamente. Verifica-se que o inoculante contribuiu para a redução dos teores de NIDA e de lignina, assim como nos de carboidratos solúveis residuais, possivelmente por ter favorecido a fermentação.

Na Tabela 3, encontram-se os resultados referentes ao perfil fermentativo de silagens de capim-marandu, com níveis crescentes de amendoim forrageiro, com e sem inoculante microbiano. Houve efeito da interação nível de amendoim forrageiro e inoculante sobre pH e teores de ácidos láctico, acético, propiônico e butírico. Observou-se efeito de nível de amendoim forrageiro sobre pH e os teores de NH_3 e de ácidos orgânicos (láctico, acético, propiônico e butírico) e efeito de inoculante sobre o pH e os teores de ácidos láctico e propiônico (Tabela 3).

Os valores de pH aumentaram, linearmente, com o incremento de 0 a 100% de leguminosa na mistura, estimando-se valores de 4,14 a 4,75 e de 4,30 a 4,72 (Tabela 3), em silagens não inoculadas e inoculadas, respectivamente, o que está de acordo com os registros da literatura, que reportam que, silagens de leguminosas apresentam pH mais elevado que silagens de gramíneas, tendo sido preconizado por Mahana & Chase (2003) valores superiores a 4,5 para silagens de leguminosas. Entretanto, os valores obtidos no presente estudo, para silagem com mais altas proporções de amendoim forrageiro, foram inferiores aos reportados por Rodrigues et al. (2004), de 5,50 e 5,93, em silagens de alfafa não inoculada e inoculada com Sil-All (Alltech do Brasil), respectivamente. No presente estudo, também foi registrado maior valor de pH na silagem inoculada em relação à não inoculada (4,44 vs. 4,51) (Tabela 3).

Tabela 3 - Perfil fermentativo médio, de silagens de capim-marandu, com níveis crescentes de amendoim forrageiro (0, 25, 50, 75 e 100%), com e sem inoculante microbiano, e suas respectivas equações de regressão.

Inoculante	Nível de amendoim forrageiro (%)					Média	Significância			CV%	Equações de regressão	r ² /R ²
	0	25	50	75	100		N	I	NxI			
	pH											
Sem	4,14	4,29	4,45	4,61	4,74	4,44b	**	**	*	0,9	Y = 4,14067 + 0,00608000X	0,96
Com	4,29	4,41	4,52	4,63	4,71	4,51 ^a					Y = 4,30333 + 0,00421333X	0,97
	NH ₃											
Sem	7,30	10,1	8,37	16,2	9,23	10,2 ^a	*	Ns	Ns	29,6	X = 9,35	
Com	9,07	7,61	10,4	9,04	6,12	8,45b						
	LAT											
Sem	1,97	2,32	2,79	2,75	2,61	2,49 ^a	**	**	**	7,1	Y = 1,93696 + 0,0237867X - 0,000170056X ²	0,81
Com	1,12	1,27	1,79	1,99	2,52	1,74b					X = 1,03608 + 0,0140792X	0,91
	ACET											
Sem	1,16	1,22	1,44	2,00	2,03	1,57 ^a	**	Ns	**	4,9	Y = 1,06319 + 0,010101X	0,87
Com	1,38	1,68	1,30	1,39	2,13	1,58 ^a					X = 1,53107 - 0,0108578X + 0,000156997X ²	0,58
	PROP											
Sem	0,45	0,52	0,48	0,48	0,48	0,48b	**	**	**	6,4	X = 0,48	
Com	0,42	0,47	0,57	0,64	0,77	0,58 ^a					X = 0,400847 + 0,00349003X	0,91
	BUT											
Sem	0,08	0,07	0,09	0,07	0,09	0,08 ^a	**	Ns	**	3,7	X = 0,08	
Com	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08 ^a						

NH₃: nitrogênio amoniacal (%N-NH₃/N-Total); LAT: ácido láctico (%MS); ACET: ácido acético (%MS); PROP: ácido propiônico (%MS); BUT: ácido butírico (%MS); CV: coeficiente de variação (%). N = Nível de amendoim forrageiro, I = inoculante microbiano; N × I = interação nível de amendoim forrageiro e inoculante microbiano. *(P<0,05); **(P<0,01); ns = não significativo. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste "F".

O teor médio de NH_3/NT , para silagem sem e com inoculante, foi de 9,35% (Tabela 3). Segundo Van Soest (1994), o baixo teor de nitrogênio amoniacal na silagem, inferior a 10% do nitrogênio total, indica que o processo de fermentação não resultou em hidrólise excessiva da proteína em amônia e os aminoácidos constituem a maior parte do nitrogênio não proteico. Mahana & Chase (2003) preconizaram valores de NH_3/NT inferiores a 15%, como apropriados para uma adequada fermentação de silagens de leguminosas, sendo que o nitrogênio amoniacal indica a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação da silagem, ou a ocorrência de um aquecimento excessivo da massa no silo por reações de Maillard (PIGURINA, 1991). Assim, verifica-se que os teores de nitrogênio amoniacal, obtidos nas silagens do presente estudo, encontram-se dentro da faixa recomendada pelos autores para silagens de boa qualidade. O teor de N amoniacal foi mais alto para a silagem não inoculada em relação à silagem inoculada (9,36 vs. 9,28%) (Tabela 3), o que confirma o efeito positivo do inoculante na redução da hidrólise da proteína do material ensilado, embora essa diferença não tenha importância biológica.

Verificou-se resposta quadrática dos teores de ácido láctico, com o aumento dos níveis de amendoim forrageiro na mistura, estimando-se valor máximo de 2,77% com 70,0% de amendoim forrageiro, sem inoculante, e resposta linear crescente, variando de 1,97 a 2,6%, com inoculante (Tabela 5). Estes valores são inferiores aos preconizados por Kung & Ranjit (2001) para que uma silagem seja considerada de boa qualidade, com teores de ácido láctico variando de 4 a 7%. Observa-se, na Tabela 4, que o teor de ácido láctico foi mais alto na silagem sem inoculante, em relação à silagem com inoculante (2,49 vs. 1,74%).

O ácido acético aumentou, linearmente, nas silagens sem inoculante, variando de 1,16 a 2,03%, com 0 e 100% de amendoim forrageiro, enquanto nas silagens inoculadas, foi observado teor máximo deste ácido de 1,34%, com 35,0% de inclusão da leguminosa (Tabela 3). A produção de ácido acético em silagens é indício de atuação de enterobactérias, que podem ocorrer na fase inicial do processo fermentativo (Mc Donald et al., 1991). De modo geral, os valores médios de ácido obtidos estão dentro dos padrões de uma silagem produzida adequadamente, que devem estar no intervalo de 1 a 3%, conforme preconizado por KUNG & RANJIT (2001).

Observou-se média de 0,48% para o ácido propiônico, em silagens sem inoculante, e resposta linear nas silagens inoculadas, estimando-se valores de 0,40 a 0,74%, com 0 a 100% da leguminosa na mistura ensilada, respectivamente (Tabela 3). Observa-se, na Tabela 4, que o teor de ácido propiônico foi mais alto para a silagem com inoculante em relação à silagem sem inoculante (0,48 vs. 0,58%).

Nenhum modelo se ajustou aos dados obtidos para ácido butírico, e, sendo assim, estimou-se média de 0,08% para o ácido butírico, tanto em silagens inoculadas quanto nas não inoculadas, valor inferior ao preconizado para silagens de boa qualidade ($< 0,1\%$), segundo Mahanna (1994) (Tabela 3).

Em estudo da influência da utilização de inoculantes microbianos e enzimo-microbianos, na composição bromatológica e no perfil fermentativo de silagem de alfafa, adicionada ou não de polpa cítrica, em silos experimentais, Rodrigues et al. (2004) não observaram efeito do inoculante bacteriano Sil-All (Alltech do Brasil) sobre os ácidos orgânicos, registrando médias de 1,15; 10,3; 0,28 e 0,98%, para os ácidos láctico, acético, propiônico e butírico, respectivamente, em silagem de alfafa.

Na Tabela 4, encontram-se os resultados referentes às populações de microrganismos de silagens de capim-marandu, com níveis crescentes de amendoim forrageiro, com e sem inoculante microbiano. Houve efeito da interação nível de amendoim forrageiro e inoculante microbiológico sobre a população de fungos+leveduras e efeito de nível de amendoim forrageiro sobre as populações de bactérias ácido lácticas e de fungos+leveduras. Não houve efeito de inoculante sobre a população desses microrganismos.

As populações de bactérias ácido lácticas nas silagens variaram de forma quadrática em função de níveis crescentes de amendoim forrageiro (Tabela 4). Estimou-se população máxima de BAL de 7,77 log UFC/g, com 38,2% de amendoim forrageiro na silagem. A população média de BAL para silagens com e sem inoculante foi de 7,64 log UFC/g.

Nas silagens não inoculadas, as populações de fungos e leveduras aumentaram, linearmente, com o aumento dos níveis da leguminosa (0 a 100%) na massa ensilada, variando de 2,85 a 2,87 UFC/g. Entretanto, nas silagens contendo inoculante bacteriano, esta variável teve comportamento quadrático, estimando-se valor máximo de 3,65 log ufc/g, com 73,84% de amendoim forrageiro na silagem.

Tabela 4 - Populações médias de microrganismos de silagens de capim-marandu, com níveis crescentes de amendoim forrageiro (0, 25, 50, 75 e 100%), com e sem inoculante microbiano e suas respectivas equações de regressão.

Inoculante	Nível de amendoim forrageiro (%)					Média	Significância			CV%	Equações de regressão	r ² /R ²
	0	25	50	75	100		N	I	NxI			
	BAL											
Sem	7,57	7,67	7,76	7,82	7,39	7,64 ^a	*	Ns	Ns	2,2	Y = 7,63156 + 0,00725874X –	0,50
Com	7,71	7,84	7,70	7,55	7,39	7,64 ^a				0,0000936216X ²		
	FUN+LEV											
Sem	2,83	3,23	3,27	3,82	3,95	3,42 ^a					Y = 2,85373 + 0,0113453X	0,80
Com	2,82	3,26	3,60	3,62	3,56	3,37 ^a	**	Ns	*	5,5	Y = 2,81131 + 0,0228047X –	0,86
										0,000154406X ²		

BAL: população de bactérias ácido lácticas (log UFC/g); FUN + LEV: população de fungos e leveduras (log UFC/g); CV: coeficiente de variação (%). N = Nível de amendoim forrageiro, I = inoculante microbiológico; N × I = interação de nível de amendoim forrageiro e inoculante microbiológico. *(P<0,05); **(P<0,01); ns = não significativo. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste "F".

Avaliando o perfil fermentativo de silagens de amendoim forrageiro, com e sem inoculante Sil All C4 (Alltech Brasil), e níveis de melaço em pó (0, 2 e 4%), em silos tipo “Bag”, Rosa et al. (2012) observaram populações médias de bactérias ácido lácticas e fungos + leveduras de 5,32 e 6,37 log UFC/g, em silagens não inoculadas, e de 5,51 e 6,93 UFC/g, em silagens inoculadas. No presente estudo, não foi detectado efeito de inoculante sobre a população desses microrganismos, obtendo-se população de BAL superior (7,64 log ufc/g) e população de fungos + leveduras inferior (3,39 log ufc/g) às obtidas por esses autores.

No estudo de silagens de estilosantes Campo Grande, com proporções crescentes de capim-elefante (0; 25; 50; 75 e 100%), com e sem inoculante bacteriano, Ribeiro et al. (2011) relataram máxima população de bactérias do ácido láctico (8,19 log UFC/g), com a inclusão de 44,8% de capim-elefante na massa ensilada. Silagens de estilosantes apresentaram mais alta população desses microrganismos (7,25 log UFC/g) do que silagens de capim-elefante (6,77 log UFC/g). A população de bactérias do ácido láctico não variou entre as silagens inoculadas ou não, cuja média foi 7,59 log UFC/g.

Não foi detectada presença de enterobactérias em todas as silagens do presente estudo, o que pode ser explicada pela abertura dos silos laboratoriais aos 60 dias após a ensilagem, pois, segundo Luis & Ramirez (1988), normalmente essas bactérias se multiplicam até, aproximadamente, o sétimo dia de fermentação, quando são substituídas pelos grupos lácticos.

Na Tabela 5, encontram-se os resultados referentes às perdas e recuperação de massa seca de silagens de capim-marandu, com níveis crescentes de amendoim forrageiro, com e sem inoculante microbiano. Houve efeito da interação nível de amendoim forrageiro e inoculante para as perdas por gases, as perdas totais de matéria seca e a recuperação de matéria seca. Houve efeito de níveis de amendoim forrageiro para as perdas totais e a recuperação de matéria seca, assim como ocorreu efeito de inoculante para as perdas totais e a recuperação de matéria seca.

Tabela 5 - Perdas por efluente, por gases e totais e recuperação de massa seca, em silagens de capim-marandu com níveis crescentes de amendoim forrageiro (0, 25, 50, 75 e 100%), e suas respectivas equações de regressão.

Inoculan te	Nível de amendoim forrageiro (%)					Média	Significância			CV%	Médias/Equações de regressão	R2
	0	25	50	75	100		N	I	NxI			
	Efluente (kg/t MV)											
Sem	3,91	3,94	6,36	4,14	3,62	4,39 ^a						
Com	4,69	5,48	4,01	3,40	6,10	4,73 ^a	Ns	Ns	Ns	30,9	X = 4,56	
	Gases (%)											
Sem	0,11	0,10	0,09	0,11	0,10	0,10 ^a					X = 0,10	
Com	0,11	0,09	0,12	0,10	0,10	0,10 ^a	Ns	Ns	**	8,5	X = 0,10	
	Perdas totais de MS (%)											
Sem	16,0	11,1	12,1	15,6	12,4	13,5 ^b	**	*	**	7,1	X = 13,5	0,04
Com	13,4	12,7	14,0	17,1	14,9	14,2 ^a					Y = 12,9567 + 0,0293911X	0,47
	Recuperação de MS (%)											
Sem	84,0	88,9	87,9	84,4	84,0	85,8	**	*	**	1,1	X = 86,5	
Com	86,6	87,3	86,0	82,9	86,0	85,8					Y = 87,0433 - 0,0293911X	0,47

MV: matéria verde; MS: matéria seca. CV: coeficiente de variação (%). N = Nível de amendoim forrageiro, I = inoculante microbiológico; NxI = interação de nível de amendoim forrageiro e inoculante microbiológico. *(P<0,05); **(P<0,01); ns = não significativo. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste "F".

A produção de efluente não foi afetada pelos fatores inoculante, nível de amendoim forrageiro, nem pela interação destes, registrando-se valor médio de 4,56 kg/tMV, podendo ser considerada baixa. Para Henderson (1993), teores de MS entre 25 e 30% são benéficos na redução da produção de efluente e na manutenção do valor nutritivo da silagem.

Vários trabalhos tentam quantificar as perdas por efluente via modelos matemáticos, mas estes levam em conta apenas o teor de matéria seca da forragem, não avaliando fatores importantes como o tipo e a dimensão do silo, o grau de compactação, o tipo de processamento utilizado no material ensilado e a presença de aditivos (HAIGH, 1999).

Os resultados de perdas por gases, nas silagens sem e com inoculante, não se ajustaram a nenhuma equação de regressão, estimando-se médias de 0,10 e 0,10%, respectivamente. Segundo Muck (1996), a produção de gás na silagem é resultante de fermentações secundárias, realizadas por enterobactérias, bactérias clostrídicas e microrganismos aeróbios, que se desenvolvem melhor em meios com baixos teores de matéria seca.

Os resultados de perdas totais de matéria seca, para as silagens sem inoculante, não se ajustaram a nenhuma equação de regressão, estimando-se média de 13,5%. Nas silagens com inoculante, esta variável aumentou, linearmente, com o aumento dos níveis de amendoim forrageiro (0 a 100%), variando de 12,9 a 15,9%.

Os resultados de recuperação de matéria seca para as silagens sem inoculante não se ajustaram a nenhuma equação de regressão, estimando-se média de 1,1%. Para as silagens com inoculante, esta variável decresceu linearmente com o aumento dos níveis de amendoim forrageiro, variando de 87,0 a 84,1%. Os valores encontrados neste presente estudo, são inferiores ao valor médio de 92%, registrado por Zopollatto et al. (2009) para silagens de gramíneas.

CONCLUSÕES

A adição de amendoim forrageiro ao capim-marandu, no momento da ensilagem, aumenta o teor de proteína bruta e reduz o teor de fibra, proporcionando perfil fermentativo adequado e boa recuperação de matéria seca nas silagens.

O uso do inoculante microbiano não apresenta benefícios em relação à composição bromatológica, mas proporciona melhor perfil fermentativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAXTER, H.D.; MONTGOMERY, M.J.; OWEN, J.R. Comparison of soybean-grain sorghum silage with corn silage for lactating cows. **Journal Dairy Science**, v.67, n.1, p.88-96, 1984.
- BERGAMASCHINE, A.F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W.V.; ISEPON, J.; CORREA, L.A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurhecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p. 1451-1462, 2006.
- BERNARDES T.F.; RICARDO A.R.; RAFAEL C.A.; SIQUEIRA, G.R.; ROTH, A.P.T.P.; ROTH, M.T.P.; BERCHIELLI, T.T. Perfil fermentativo, estabilidade aeróbia e valor nutritivo de silagens de capim-marandu ensilado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p. 1728-1736, 2008.
- CEZÁRIO, A.S.; PEREIRA, VALADARES FILHO, S.C.; RIBERIO, K.G.; SANTOS, S.A.; SOUZA, W.F. Performance and ruminal characteristics of beef cattle fed four different hybrids sourghum silages. **Journal of Agricultural Science and Technology**. v. 3, p. 312-320, 2013.
- CORRÊA, L.A.; SANTOS, P.M. **Manejo e utilização de plantas forrageiras dos gêneros *Panicum*, *Brachiaria* e *Cynodon***. São Carlos-SP: EMBRAPA 2003. (Documentos, 34).
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-137, 1962.
- COSTA, K.A. DE P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. DE; CUSTÓDIO, D.; SILVA, D.C. Efeito de estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.6, n.3, p.187-193, jul./set. 2005.
- DETMANN, E. ; SOUZA, M. A. ; VALADARES FILHO, S. C. ; QUEIROZ, A. C. ; BERCHIELLI, T. T. ; SALIBA, E. O. S. ; CABRAL, L. S. ; PINA, D. S. ; LADEIRA, M. M. ; AZEVEDO, J.A.G. . **Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.
- EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; SANTANA, R.A.V. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurhecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 2, p. 443-449, 2004.
- EVANGELISTA, A.R.; PERON, A.J.; DO MARAL, P.N.C. Forrageiras não convencionais para silagem – Mitos e realidades. In: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, 2.; 2004, Viçosa. **Anais...** p. 463-508, 2004.
- EVANGELISTA, A.R.; RESENDE, P.M.; MACIEL, G.A. **Uso da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) na forma de forragem**. Lavras: UFLA, 2003, 36 p. (Boletim de extensão).

- HAIGH, P.M. Effluent production from grass silages treated with additives and made in large-scale bunker silos. **Grass and Forage Science**, v.54, p.208-218, 1999.
- HEINRITZ, S.N.; MARTENS, S.; AVILA, P.; HOEDTKE, S. The effect of inoculant and sucrose addition on the silage quality of tropical forage legumes with varying ensilability. **Animal Feed Science and Technology**. v. 174, p. 201-210, 2012.
- HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science Technology**. v.45, n.1, p. 35-36, 1993.
- JAYME, C.G; GONÇALVES, L.C.; MOLINA, L.R. JAYME, D.G.; PIRES, D.A.A.; BORGES, I.; CASTRO, G.H.F. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adicionadas de aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.704-711, 2011.
- 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, suplemento especial, p.101-119, 2007.
- JONES, R.W.; BOURRILLÓN, A.R. Composición nutricional y características fermentativas del ensilaje de maní forrajero. **Agronomía Costarricense**, v.30, n.1 p. 87-100, 2006.
- KAISER, E.; WEIB, K.; POLIP, L.V. A new concept for the estimation of the ensiling potential of forages. In: The International Silage Conference, 13., 2002, Auchincruive. **Proceedings...** Auchincruive: p.344-358, 2002.
- KUNG JR, L. **Preparation of silage water extracts for chemical analyses: Standard operating procedurs** – Worrilow: University of Delaware, Ruminat Nutrition Lab., 1996. 309 p.
- KUNG JR, L.; RANJIT, N.K. The effect of lactobacillus buchneri and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p.1149-1155, 2001.
- LUIS, L.; RAMIREZ, M. Evolución de la flora microbiana em ensilaje de king Grass. **Patos y Forrajes**, v. 11, p. 249-253, 1988.
- MAHANNA, B. Proper management assures high-quality, grains. **Feedstuffs**, 10/17, p. 14-19, n. 23. 1994.
- MAHANA, B.; CHASE, L.E. Practical application and solution to silage problems. In: SILAGE SCIENCE AND TECHNOLOGY. Madison. **Proceedings...** p.31-93, 2003.
- McDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. Marlow Bucks: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MUCK, E.R. Inoculation os silage and its effects on silage quality. In: Informational Conference with Dairy and Forage Industries. **Proceedins...** US Dairy forage Research, p. 43-52, 1996.
- NASCIMENTO, I. S. O cultivo do Amendoim forrageiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 387-393, out./dez., 2006.

OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J.C.; SPOELSTRA, S.F. **Silage fermentation processes and their manipulation.** Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/x8486e/x8486e09.htm>>. Acessado em: 18/03/2013.

PAGANELLA, M.B.; VALLS, J.F.M. Caracterização morfológica de cultivares e acessos selecionados de *Arachis pintoi* Krapov & Gregory. **Pasturas Tropicales**, Cali, v.24, n.2, p.23-30, 2002.

PAULINO, V.T.; JÚNIOR, E.F.; POSSENTI, R.A.; LUCENAS, T.L. Silagem de amendoim forrageiro (*Arachis Pintoi*) cv. Belmonte) com diferentes aditivos. **Brasileira Indústria Animal**, Nova Odessa, v.66, n.1, p.33-43, jan.mar., 2009.

PEREIRA, JM.; RESENDE, C.P.; SANTANA, J.R. **Amendoim forrageiro cv. Belmonte (*Arachis pintoi* Krapov & Gregory): Uma nova opção de leguminosa forrageira.** CEPLAC. 1999. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/amendoim%20forrageiro.htm>. Acesso em 18/03/2013.

PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, A.S.; RIBEIRO, K.G.; RIGUEIRA, J.P.S.; FILHO, O.L.M.; SOUZA, W.F. Otimização de dietas à base de silagens de soja. In: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 2; 2008, Viçosa. **Anais...** p.213-244, 2008.

FIGURINA, F. **Factores que afectan em valor nutritivo y La calidad de fermentacion de ensilajes.** In: Paturas y producción animal de áreas organadeira intensiva. Montevideo: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, (Serie Tecnica, 15), p. 77-92, 1991.

RANGRAB, L.H.; MUHLBACH, P.R.F.; BERTO, J.L. Silagem de alfafa colhida no início do florescimento e submetida ao emurchecimento e à ação de aditivos biológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p. 349-356, 2000.

RIBEIRO, J.L.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; MARI, L.J.; ZOPOLLATTO, M.; PAZIANI, S.F. Valor nutritivo de silagens de capim-marandu submetidas do efeito de umidade, inoculação bacteriana e estação do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1176-1184, 2008.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G.; RIGUEIRA, J.P.S.; SOUZA, W.F.; CEZÁRIO, A.S.; RUFINO, L.D.A.; ROSA, L.O.; CAMPOS, A.F. Chemical composition and fermentative profile of elephant grass and Campo Grande *Stylosanthes* mixed silages. In: International Silage Conference, 16, 2012, Finland. **Proceedings...** Finland: p. 406-407, 2012.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G.; CEZÁRIO, A.S.; CAMPOS, A.F.; RUFINO, L.D.A.; CARDOSO, L.L. Composição bromatológica de silagens mistas de estilosantes Campo Grande e capim-elefante. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2011. **Anais...** Belém – PA. (CD ROM).

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G.; RIGUEIRA, J.P.S.; SOUZA, W.F.; ROSA, L.O.; SILVA, V.P. Perfil fermentativo de silagens mistas de estilosantes Campo Grande e capim-elefante. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2011. **Anais...** Belém – PA. (CD ROM).

RODRIGUES, P.H.M.; ALMEIDA, L.F.S.; LUCCI, C.S.; MELOTTI, L.; LIMA, F.R. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre perfil fermentativo da silagem de alfafa

adicionada de polpa cítrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1646-1653, 2004 (Suplemento 1).

ROSA, L.O.; PEREIRA, O.G.; RUFINO, L.D.A.; SILVA, T.C.; CARDOSO, L.L.; MARTINS, R.M. Composição bromatológica de silagens de amendoim forrageiro com inoculante e melão em pó. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 49, 2012, Brasília. **Anais...** Brasília-DF, 2012. (CD-ROM)

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 17, 2000, Piracicaba-SP, 2000. **Anais...** Piracicaba-SP, p. 65-108, 2000.

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

ZOPOLLATO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38. p.170-189, 2009 (suplemento especial).

WEINBERG, Z.G.; G. ASHBELL; Y. Hen, and A.AZRIELI. The effect of applying lactic acid bacteria at ensiling on the aerobic stability of silages. **Journal of Applied Microbiology**. v.75, p.512-518, 1993.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984, 322p.