

# QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO CONSORCIADO COM GRAMÍNEAS TROPICAIS EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS<sup>1</sup>

J. P. FERREIRA<sup>2</sup>, M. ANDREOTTI<sup>2</sup>, I. M. PASCOALOTO<sup>2\*</sup>, N. R. COSTA<sup>3</sup>, J. G. AUGUSTO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Recebido em 11/04/2016. Aprovado em 08/08/2017.

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Ilha Solteira, SP, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Agricultura e Melhoramento Vegetal, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, Brasil.

\*Autor correspondente: isabomelina@gmail.com

RESUMO: A busca por alternativas ao pasto na pecuária tem focado em opções que permitam o uso maximizado do solo sem o esgotamento das qualidades químicas e físicas. O Sistema Integrado de Produção Agropecuária (SIPA) tem chamado a atenção dos produtores por ser econômica como ecologicamente viável. O objetivo deste estudo foi mensurar a influência de espaçamentos de semeadura do milho (0,45 e 0,90 m) em consórcios com forrageiras (capim Xaraés ou capim Tanzânia) na qualidade da silagem de milho de grãos úmidos. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, em um fatorial 2 x 2 com oito repetições, composto pelos seguintes tratamentos: milho semeado a 0,45 m entrelinhas e consorciado com capim Xaraés; milho semeado a 0,90 m entrelinhas e consorciado com capim Xaraés; milho semeado a 0,45 m entrelinhas e consorciado com capim Tanzânia; e milho semeado a 0,90 m entrelinhas e consorciado com capim Tanzânia. A porcentagem de matéria seca e os teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e ácido, lignina, celulose, hemicelulose, cinzas, carboidratos solúveis e poder tampão foram determinados tanto no material antes da ensilagem como na silagem. Os teores de extrato etéreo, nitrogênio insolúvel em detergente ácido e neutro, nitrogênio amoniacal, pH e digestibilidade *in vitro* da matéria seca foram determinados apenas na silagem. Todas as modalidades de consórcio estudado (forrageiras e espaçamentos) foram viáveis em proporcionar silagem de grãos úmidos de boa qualidade, embora o consórcio com capim Tanzânia em espaçamento de 0,90 m proporcionou maior teor de extrato etéreo, menor teor de lignina e maior digestibilidade.

Palavras-chave: forrageiras, nutrição animal, silagem de grãos úmidos, *Zea mays*.

## QUALITY OF CORN SILAGE INTERCROPPED WITH TROPICAL GRASSES AT DIFFERENT ROW SPACING

ABSTRACT: The search for pasture alternatives in livestock farming has focused on options that maximize soil use without exhausting its chemical and physical qualities. Integrated crop-livestock systems (SIPA in the Portuguese acronym) have called the attention of producers since they are economically and ecologically viable. The objective of this study was to measure the influence of corn plant spacing (0.45 and 0.90 m) in forage intercrops (Xaraes or Tanzania grass) on the quality of wet grain silage. A random block design in a 2 x 2 factorial scheme was used, with eight repetitions consisting of the following treatments: corn planted at a row spacing of 0.45 m and intercropped with Xaraes grass; corn planted at 0.90 m and intercropped with Xaraes grass; corn planted at 0.45 m and intercropped with Tanzania grass, and corn planted at 0.90 m and intercropped with Tanzania grass. The contents of dry matter percentage, crude protein, neutral and acid detergent fiber, lignin, cellulose, hemicellulose and soluble carbohydrate and buffering capacity were determined before ensiling and in silage. Ether extract, neutral/acid detergent insoluble nitrogen, ammoniacal nitrogen, pH and *in vitro* dry matter digestibility were only evaluated in silage. All intercropping modalities studied (forages and spacing) were viable, providing wet grain silage of good quality. However, intercropping of corn with Tanzania grass at a spacing of 0.90 m resulted in higher ether extract content, lower lignin content, and greater digestibility.

Keywords: forages, animal nutrition, wet grain silage, *Zea mays*.

## INTRODUÇÃO

A produção agropecuária no Brasil sempre esteve limitada ao regime pluviométrico, visto que a grande maioria dos animais são criados a pasto e, como o crescimento da forrageira in situ é concentrado apenas na época das águas, de outubro a março, a produtividade é afetada negativamente e o ciclo produtivo é prolongado em demasia (BASSO *et al.*, 2012).

Para evitar a limitação da performance animal durante o período seco (DOMINGUES *et al.*, 2013), a utilização de volumosos e concentrados como complementos ou substitutos ao pasto tem ganhando espaço entre produtores mais tecnificados que buscam destaque no mercado de carnes. Nesse contexto, a silagem de milho, que tem se mostrado uma alternativa viável economicamente, é caracterizada por seu alto valor energético e alimentício (FERREIRA *et al.*, 2011) que unidos com a facilidade de adaptação e cultivo da cultura em todo o território brasileiro a torna o alimento ideal para suplementação nutricional na época da seca.

A silagem é uma das formas de utilização dos grãos na alimentação animal, através da fermentação de partes da planta (DE PAULA *et al.*, 2016). O objetivo do processo de ensilagem é manter a qualidade e o valor nutricional do material fresco (MORAES *et al.*, 2013), o que significa que quanto melhor for a qualidade do material a ser ensilado melhor será a qualidade da silagem obtida. Logo, a busca por uma menor quantidade de fibras e maior quantidade de proteínas faz com que a silagem de grãos úmidos apresente vantagens qualitativas sobre a silagem de planta inteira.

Caso o produtor opte pela produção de silagem pela instalação do Sistema Integrado de Produção Agropecuária (SIPA), sistema esse caracterizado pelo consórcio de forrageira com plantas produtoras de grãos, permitindo a renovação da pastagem após a colheita dos grãos e melhor aproveitamento da área, é necessário o conhecimento adequado do sistema como um todo (PARIZ *et al.*, 2009). O SIPA tem como vantagens a elevada velocidade de ciclagem de nutrientes, melhoria na concentração de carbono orgânico do solo e diversificação de renda para o produtor (BALBINOT JÚNIOR *et al.*, 2009). Entretanto, a interação entre as forrageiras e a cultura principal resultante da semeadura simultânea na mesma área pode causar perdas na produtividade ou na qualidade dos grãos, caso o efeito competitivo entre as espécies não seja claramente conhecido.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de espaçamentos de semeadura do milho

em consórcios com capim Xaraés ou capim Tanzânia na qualidade da silagem de milho de grãos úmidos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A instalação da cultura do milho e das gramíneas foi realizada em área irrigada por aspersão (pivô central) na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FE/UNESP), localizada no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul. O tipo climático do local é Aw, segundo classificação de Köppen, e os dados diários referentes à temperatura máxima, média, mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluvial, apresentados em decênios na Figura 1, foram coletados junto à estação meteorológica situada na FEPE da FE/UNESP durante a condução do experimento.

O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, textura argilosa segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013) e possuía histórico de nove anos em Plantio Direto. Antes da instalação do experimento, em 20 pontos da área experimental foram coletadas amostras de solo para caracterização da fertilidade, resistência a penetração, densidade e porosidade, segundo metodologia proposta por RAIJ *et al.* (2001), STOLF (1991) e EMBRAPA (1997), respectivamente.

A caracterização química e física do solo na camada de 0 a 0,20 m apresentou os seguintes resultados: pH (CaCl<sub>2</sub>) de 5,1; teores de M.O. de 24 g/dm<sup>3</sup>; H+Al de 27,0 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; P (resina) de 31 mg/dm<sup>3</sup>; K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> de 4,0; 29,0 e 15,0 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, respectivamente, V de 64,0%, macroporosidade, microporosidade e porosidade total de 0,08; 0,35 e 0,43 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, respectivamente, densidade do solo de 1,53 kg/dm<sup>3</sup>, resistência mecânica a penetração de 3,2 Mpa e umidade gravimétrica do solo de 209 g/kg.

O experimento foi instalado em blocos casualizados num esquema fatorial 2 x 2, com oito repetições, sendo os tratamentos constituídos pela semeadura do milho para silagem de grãos úmidos em espaçamentos entrelinhas de 0,45 m e 0,90 m e em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés (capim Xaraés) e *Megathyrsus maximum* cv. Tanzânia (capim Tanzânia). As parcelas foram constituídas de 7 linhas no espaçamento de 0,45 m e quatro linhas no espaçamento de 0,90 m, ambos com 7 m de comprimento.

A cultura do milho (híbrido simples AG 8088 YG) foi semeada mecanicamente a uma profundidade de

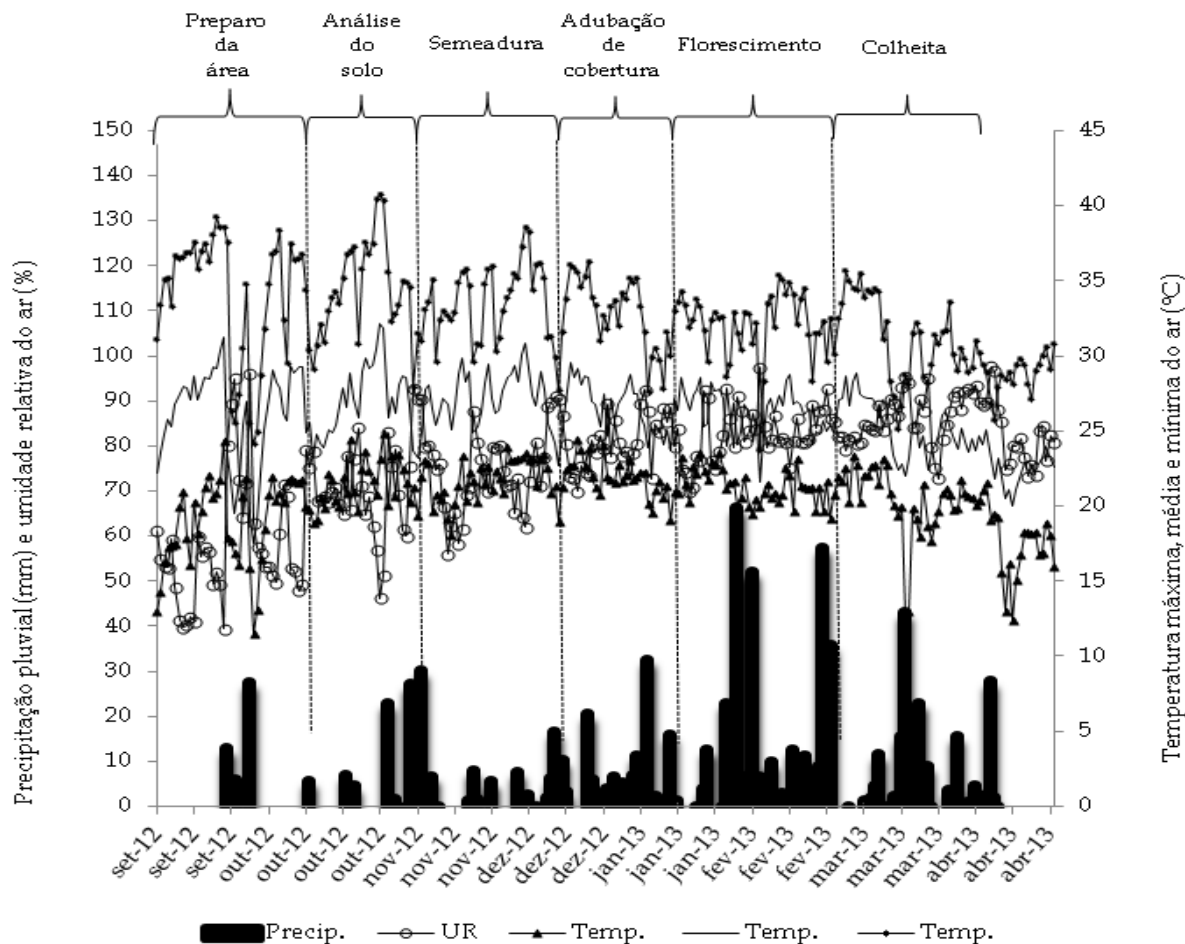


Figura 1. Dados climatológicos em decêndios entre a instalação do experimento até a colheita de grãos. Selvíria, MS (2012/2013). Fonte: Estação meteorológica do laboratório de irrigação e drenagem localizado na Fazenda de Extensão e Pesquisa da UNESP, Ilha Solteira (FEPE).

aproximadamente 0,03 m, em espaçamento de 0,90 e 0,45 m entrelinhas e com 6,0 e 3,0 sementes/m, respectivamente. No momento da sementeira foram adicionados na área 20 kg/ha de N, 70 kg/ha de  $P_2O_5$  e 40 kg/ha de  $K_2O$ , complementados posteriormente com 120 kg/ha de N (ureia) a lanço em cobertura.

A sementeira das forrageiras capim Xaraés e capim Tanzânia (VC de 76% e 72%, respectivamente) foi realizada simultaneamente nas entrelinhas do milho (duas linhas no espaçamento de 0,90 m e uma linha no espaçamento de 0,45 m), com sementes depositadas na profundidade de 0,05 m, visando 600 pontos de crescimento por hectare, seguindo as recomendações de KLUTHCOWSKI *et al.* (2000), reduzindo o efeito da competição no desenvolvimento inicial das espécies consorciadas devido à emergência tardia dos capins.

No momento da ensilagem do material (grãos em maturidade fisiológica, com 25% de umidade), além da determinação da porcentagem de matéria seca total, foram coletadas quatro amostras por tratamento para determinar os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), cinzas (CZ), carboidratos solúveis (CHOs) e poder tampão (PoT).

Os grãos foram prensados para quebra, favorecendo o processo fermentativo, e foram adequadamente compactados ( $600 \text{ kg/m}^3$ ) em quatro baldes plásticos por tratamento com capacidade para 15 kg de matéria verde, com 30 cm de diâmetro e 30,5 cm de altura, com flanges de silicone (válvula de Bunsen) adaptados nas tampas para permitir o escoamento de gases e 2,5 kg de areia para a recuperação do efluente. Após 60 dias

de vedação os silos foram abertos e foram retiradas amostras para determinação do poder tampão (PoT), teores de umidade (U), proteína bruta (PB), cinzas (CZ), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), carboidratos solúveis (CHOs), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e neutro (NIDN) e digestibilidade *in vitro* da MS.

Todas as análises químicas citadas até então seguiram metodologias descritas por SILVA e QUEIROZ (2002) e CAMPOS *et al.* (2004). O nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) foi determinado no suco das silagens obtido por prensagem segundo AOAC (1995) e a estimativa dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi realizada segundo NRC (2001).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P<0,05) e posteriormente comparados pelo teste de Tukey (P<0,05) através do software SISVAR® (UFLA, Lavras, MG).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram verificadas diferenças significativas para os teores de matéria seca (MS%), PoT, PB, FDN, FDA, LIG, CEL, HEM, CHOs e CZ dos grãos úmidos antes da ensilagem (Tabela 1). Como os materiais foram provenientes do mesmo híbrido e os grãos foram colhidos com um mesmo teor de

umidade, garantiu as condições homogêneas para a fermentação no interior do silo.

Para garantir uma intensa fermentação láctica, WOOLFORD (1984) define o teor mínimo necessário de carboidratos solúveis entre 6 e 8% na matéria seca. Como o material a ser ensilado apresentou valores entre 17% e 25% (Tabela 1) afirma-se que as condições para fermentação foram atendidas nesse requisito. Após a abertura dos silos, os teores de carboidratos solúveis (Tabela 3) devem apresentar uma redução drástica, caso a fermentação tenha sido bem sucedida. Fato este aqui obtido, pois os valores de CHOs na silagem variaram entre 4,68% a 5,35%, próximos aos encontrados por FERREIRA *et al.* (2011) de 3,12% a 6,21%.

Os teores percentuais dos componentes bromatológicos da silagem de grãos úmidos após a abertura dos silos estão apresentados nas Tabelas 2 e 3, não sendo observadas diferenças significativas para PB, FDN, FDA, CEL, HEM, CZ, NIDA, NIDN, N-NH<sub>3</sub>, CHOs, NDT e digestibilidade *in vitro* da matéria seca por efeito dos tratamentos, ao contrário do encontrado por COSTA *et al.* (2013) que estudando os efeitos do consórcio de milho com forrageiras tropicais e milho solteiro observaram diferenças significativas para os teores PB, FDN, FDA, CEL, HEM e CHOs. Assim, pode-se inferir que as condições de cultivo do milho em relação aos espaçamentos e consórcios com capins aqui avaliados pouco interferem na qualidade dos grãos

**Tabela 1. Teores de matéria seca (MS), cinzas (CZ), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), carboidratos solúveis totais (CHOs) e poder tampão (PoT) dos grãos úmidos antes da ensilagem obtidos dos consórcios milho/forrageiras e espaçamento entre linhas de 0,45 e 0,90 m**

| Variáveis  | Consórcios         |                      | Média | Espaçamento entre linhas (m) |            | Média      | Valor de P |              |
|------------|--------------------|----------------------|-------|------------------------------|------------|------------|------------|--------------|
|            | Milho/capim Xaraés | Milho/capim Tanzânia |       | 0,45                         | 0,90       |            | Consórcios | Espaçamentos |
|            |                    |                      |       |                              |            |            |            |              |
| MS (%)     | 20,41±1,59         | 24,13±1,58           | 22,02 | 22,40±0,33                   | 21,12±0,30 | 22,40±0,33 | 0,196      | 0,238        |
| CZ (%MS)   | 26,62±2,07         | 22,10±2,07           | 24,55 | 24,84±0,29                   | 24,26±0,29 | 24,84±0,29 | 0,166      | 0,833        |
| PB (%MS)   | 11,09±0,77         | 12,29±0,77           | 12,10 | 12,14±0,44                   | 12,05±0,44 | 12,14±0,44 | 0,225      | 0,772        |
| FDN (%MS)  | 21,19±1,39         | 20,32±1,35           | 20,15 | 20,66±1,21                   | 20,09±1,21 | 20,66±1,21 | 0,431      | 0,785        |
| FDA(%MS)   | 5,59±0,40          | 5,73±0,40            | 5,67  | 5,57±0,03                    | 5,77±0,03  | 5,57±0,03  | 0,573      | 0,417        |
| LIG (%MS)  | 1,00±0,29          | 1,04±0,28            | 1,02  | 1,00±0,43                    | 1,03±0,43  | 1,00±0,43  | 0,779      | 0,712        |
| CEL (%MS)  | 4,18±0,60          | 4,19±0,60            | 4,19  | 4,02±1,02                    | 4,36±1,02  | 4,02±1,02  | 0,963      | 0,240        |
| HEM (%MS)  | 15,99±2,09         | 14,57±2,09           | 15,08 | 15,03±0,37                   | 15,12±0,37 | 15,03±0,37 | 0,601      | 0,925        |
| CHOs (%MS) | 22,29±3,30         | 20,05±3,30           | 21,12 | 24,62±2,02                   | 24,72±2,02 | 24,62±2,02 | 0,304      | 0,127        |
| PoT (%)    | 25,09±2,51         | 15,08±2,51           | 25,09 | 25,10±0,12                   | 25,07±0,21 | 25,10±0,12 | 0,996      | 0,207        |



**Tabela 2. Teores de umidade, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN ) e fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e cinzas (CZ) da silagem de grãos úmidos advinda dos consórcios milho/forrageiras e espaçamento entre linhas de 0,45 e 0,90 m**

| Variáveis | Consórcios         |                      | Média | Espaçamento entre linhas (m) |             | Média | Valor de P |              |
|-----------|--------------------|----------------------|-------|------------------------------|-------------|-------|------------|--------------|
|           | Milho/capim Xaraés | Milho/capim Tanzânia |       | 0,45                         | 0,90        |       | Consórcios | Espaçamentos |
|           | Umidade (%)        | 24,55±0,14           |       | 23,02±0,15                   | 23,69       |       |            |              |
| PB (%MS)  | 9,98±0,44          | 9,90±0,44            | 9,93  | 10,31±0,23                   | 10,07±0,23  | 10,21 | 0,087      | 0,277        |
| FDN (%MS) | 18,33±1,02         | 17,99±1,05           | 18,15 | 20,35±0,49                   | 17,01±0,51  | 21,23 | 0,803      | 0,066        |
| FDA(%MS)  | 3,98±0,22          | 4,09±0,21            | 4,01  | 4,04±0,12                    | 4,00±0,14   | 4,02  | 0,728      | 0,075        |
| LIG (%MS) | 0,43±0,04          | 0,48±0,04            | 0,45  | 0,52±0,09 a                  | 0,35±0,11 b | 0,45  | 0,163      | 0,016        |
| CEL (%MS) | 3,01±0,32          | 3,05±0,32            | 3,01  | 3,45±0,91                    | 2,70±0,91   | 3,04  | 0,942      | 0,096        |
| HEM (%MS) | 16,14±1,22         | 15,90±1,20           | 16,01 | 18,01±1,32                   | 15,02±1,32  | 16,77 | 0,506      | 0,075        |
| CZ (%MS)  | 2,33±0,21          | 3,02±0,22            | 2,88  | 2,55±0,08                    | 3,00±0,09   | 2,85  | 0,208      | 0,720        |

Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

**Tabela 3. Poder tampão (PoT), nitrogênio insolúvel em detergente ácido e neutro (NIDA e NIDN), nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>, % nitrogênio total -NT), extrato etéreo (EE), carboidratos solúveis totais (CHOs), nutrientes digestíveis totais (NDT), e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da silagem de grãos úmidos advinda dos consórcios milho/forrageiras e espaçamento entre linhas de 0,45 e 0,90 m**

| Variáveis                | Consórcios         |                      | Média | Espaçamento entre linhas (m) |             | Média | Valor de P |              |
|--------------------------|--------------------|----------------------|-------|------------------------------|-------------|-------|------------|--------------|
|                          | Milho/capim Xaraés | Milho/capim Tanzânia |       | 0,45                         | 0,90        |       | Consórcios | Espaçamentos |
|                          | PoT (%)            | 19,00±1,05           |       | 19,15±1,06                   | 19,06       |       |            |              |
| NIDA (%MS)               | 1,50±0,44          | 1,40±0,44            | 1,32  | 1,45±0,06                    | 1,59±0,07   | 1,49  | 0,541      | 0,371        |
| NIDN (%MS)               | 8,97±1,01          | 9,90±1,01            | 9,42  | 10,05±2,89                   | 8,96±2,91   | 9,32  | 0,272      | 0,299        |
| N-NH <sub>3</sub> (% NT) | 5,20±2,02          | 5,60±2,02            | 5,32  | 6,01±1,41                    | 5,10±1,41   | 5,55  | 0,313      | 0,042        |
| EE (%MS)                 | 6,01±1,10 b        | 7,70±1,08 a          | 6,80  | 5,89±3,31 b                  | 7,00±3,30 a | 6,01  | 0,001      | 0,001        |
| CHOs (%MS)               | 5,00±2,04          | 4,97±2,05            | 4,99  | 5,03±0,09                    | 4,70±0,11   | 4,93  | 0,672      | 0,167        |
| NDT (%MS)                | 84,55±2,09         | 84,50±2,09           | 84,51 | 83,63±0,33                   | 84,86±0,36  | 84,22 | 0,302      | 0,112        |
| DIVMS (%MS)              | 80,01±2,11         | 80,51±2,10           | 80,20 | 78,70±1,77                   | 81,00±1,79  | 79,89 | 0,606      | 0,096        |

Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

colhidos e que, pelas boas condições de fermentação não resultaram em diferenças na silagem de grãos úmidos. Deve-se salientar que o histórico de SPD, adequada adubação e cultivo irrigado minimizaram os efeitos da competição intra e interespecífica que poderiam alterar a constituição e qualidade química dos grãos de milho colhidos para ensilagem.

Entretanto, todos os tratamentos (espaçamento e espécies consorciadas) apresentaram diferença significativa para extrato etéreo (EE), sendo o consórcio milho/capim tanzânia e o espaçamento

0,90 m os que resultaram em maiores valores. Os teores de lignina, a porcentagem de umidade e o poder tampão foram influenciados apenas pelo espaçamento, não havendo diferenças significativas para os consórcios utilizados.

O extrato etéreo remete à quantidade de óleo presente no alimento e uma maior quantidade de óleo é interessante pelo seu poder energético que é maior que o da proteína. Dessa forma, silagens com maiores teores de extrato etéreo permitem uma sensação de saciedade e um ganho energético

maior que silagens com teores baixos de EE. Os teores de EE encontrados neste trabalho (5,86% a 7,94%) estão acima dos encontrados por BIAGGIONI *et al.* (2009) de 3,90% a 5,27%, e MARTIN *et al.* (2012) entre 2,0% e 3,8%, ambos estudos com silagem de planta inteira proveniente de diferentes híbridos de milho, refletindo a qualidade dos grãos do híbrido estudado em comparação com os dos demais autores. Normalmente essa variação de teores de EE também são atribuídas ao cultivar utilizado e não às condições de cultivo.

A lignina, por sua vez, está associada à digestibilidade dos alimentos e existem fortes evidências de que os polissacarídeos da parede celular (celulose, hemicelulose e pectatos), quando isolados, apresentam maior degradação pelos microrganismos do rúmen ou por enzimas, embora essa degradação seja complexa e varie de acordo com o teor de lignina, a espécie e a idade da planta. Do ponto de vista nutricional, uma silagem com menor porcentagem de lignina, como é o caso da obtida no espaçamento maior (0,90 m), representa uma maior digestibilidade, relação essa aqui observada (Tabelas 2 e 3), embora não tenha sido encontrada significância para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Esse menor teor de lignina no espaçamento de 0,90m reflete da menor competição das plantas que sob estresse, ou neste caso, maior competição nos menores espaçamentos determina aumento no teor de lignina na parte aérea e neste caso específico até mesmo nos grãos de milho.

Um maior teor de umidade dos grãos representa uma facilidade de fermentação no interior do silo, uma maior solubilização dos nutrientes, um aumento da susceptibilidade do amido à hidrólise enzimática e uma melhoria na eficiência alimentar dos animais e na síntese proteica microbiana, segundo SIMAS (1997). No trabalho de SENGGER *et al.* (2005) com grãos de milho com 20%, 26% e 28% de umidade, observaram que silagens muito úmidas produziram muitos efluentes que levaram à perda de nutrientes solúveis e à transformação de uma parte do N em indigestível. Assim, mesmo que a silagem de grãos úmidos, proveniente do espaçamento de 0,90 m entrelinhas, tenha apresentado maior umidade (26%), o que facilitaria a fermentação, não são valores tão altos que levem à redução no valor nutricional por perdas de nutrientes.

O poder tampão está relacionado com a quantidade de ácido necessária para reduzir o pH do material a ser ensilado a níveis que não permitam o desenvolvimento de bactérias nocivas. Quanto maior for o poder tampão do material mais lenta será a redução do pH e a fermentação será

dificultada. Nesta mesma linha, segundo COSTA *et al.* (2001), as características que interferem no processo de ensilagem são o teor de umidade, o alto poder tampão e os baixos teores de carboidratos solúveis, que permitem fermentações secundárias indesejáveis. Assim, KAISER *et al.* (2002) definem a capacidade fermentativa (CF) pela seguinte equação:  $CF = MS + 8 \times (CHOs/PoT)$ , e esta equação demonstra que quanto mais alto o poder tampão, menor a capacidade fermentativa do material. Portanto, por apresentar menor poder tampão, a silagem de grãos úmidos produzida a partir do milho semeado em maiores espaçamentos (0,90 m) tem uma capacidade fermentativa melhor que a silagem produzida no espaçamento de 0,45 m, fato este correlacionado pelo menor teor de lignina neste maior espaçamento entrelinhas (Tabelas 2 e 3).

De acordo BENACCHIO (1965), silagens com concentrações menores que 10% de nitrogênio amoniacal são classificadas como de muito boa qualidade, sendo corroborado por KUNG JUNIOR e SHAVER (2001) que afirmaram que o valor ideal para silagens de milho seria de 5% a 7% de N-NH<sub>3</sub> (% NT) em porcentagem da matéria seca. Com base nesses requisitos, as silagens provenientes de todos os tratamentos podem ser classificadas como de muito boa qualidade pois não superaram os 6% (Tabela 3).

Os valores de NIDN e NIDA relacionam-se à parte nitrogenada indigestível, que associa a proteína à lignina, complexos tanino-proteína e produtos oriundos da reação de Maillard, altamente resistentes às enzimas microbianas e indigestíveis ao longo do trato gastrintestinal (LICITRA *et al.*, 1996). Os valores para essas variáveis encontradas nesse trabalho (Tabela 3) condizem com os verificados por VELHO *et al.* (2007), OLIVEIRA *et al.* (2010) e VIANA *et al.* (2012), entre 1% e 2% para NIDA e 9% a 10% para NIDN, demonstrando que mesmo com maior teor de lignina nos menores espaçamentos entre linhas (Tabela 2), as condições de cultivo e consórcios com capins não interferiram na deposição do N em frações menos digestíveis na silagem de grãos úmidos de milho.

Os valores de PB (10,27 a 10,68%) também estão dentro da faixa dos teores considerados mínimos para o adequado funcionamento da microbiota do rúmen definida por Van Soest (1994) como teor mínimo de 7% e por KEPLIN (1992) entre 7,1% e 8% de PB. VAN SOEST (1994), discorrendo sobre os teores de FDN e FDA afirmou que os níveis adequados para o consumo animal devem ser respectivamente abaixo de 60% e 40%, o que também enquadra as silagens de todos os tratamentos aqui avaliados

(Tabela 3). Novamente, pelas condições adequadas de cultivo em SPD, mesmo híbrido de milho em área irrigada, a competição gerada por variações no espaçamento e consórcios com capins não refletiram em detrimento da qualidade química dos grãos úmidos de milho, sem alterar seus teores de PB e fibras na silagem.

Os valores de FDN e FDA deste trabalho encontram-se muito abaixo dos verificados por VILLELA *et al.* (2003), que avaliaram o valor nutritivo de silagens de milho oriundas de nove cultivares, obtendo valores médios de FDN e FDA de 45,66% e 27,05%, respectivamente, colhidos no ponto de maturidade fisiológica e de Rabelo *et al.* (2013) que encontraram valores 49,7% e 39,6% para FDN e FDA, e valores menores também para PB (6,75%). Os teores de PB variam entre genótipos, como mostra a pesquisa de MARTIN *et al.* (2012) e FERREIRA *et al.* (2011) que ao estudarem diferentes cultivares de milho constataram valores variando entre 3,1% a 8,2% e 6,03% a 8,72%, respectivamente, contudo todos bem abaixo dos valores obtidos neste estudo (Tabela 2).

Conforme SILVA e QUEIROZ (2002), a celulose representa a maior parte da FDA, enquanto que a hemicelulose integra a FDN e é calculada pela diferença entre FDN e FDA, sendo mais digestível que a celulose. Dessa forma, a busca por elevados teores de hemicelulose em relação ao de celulose, como ocorreu nesse trabalho, em todos os tratamentos e mesmo sem efeito significativo entre eles, é interessante uma vez que os ruminantes desdobram esses componentes por meio de sua flora bacteriana em ácidos graxos de cadeia curta, principalmente acético, propiônico e butírico, os quais representam a maior fonte de energia quando a alimentação desses animais é a base de forragem.

Ao analisar trabalhos com silagem de planta inteira, como o realizado por Rabelo *et al.* (2013) constata-se que a digestibilidade e quantidade de nutrientes digestíveis totais (NDT) da silagem de planta inteira (57% e 49%, respectivamente) é muito menor do que as encontradas para silagem de grãos úmidos (80% e 84%) afirmando a premissa, junto com as informações apresentadas sobre EE, de que embora a produção de silagem a partir de grãos produza uma menor quantidade por área, sua qualidade bromatológica e seu aproveitamento é superior à silagem de planta inteira.

À vista disso, a produção de material para ensilagem de grãos úmidos de milho em espaçamento de 0,45 ou 0,90 m, consorciada com capim Xaraés e capim Tanzânia, quando bem compactada e vedada no

siló, possui qualidades que serão preservadas na silagem final e resultarão em um alimento de qualidade.

## CONCLUSÃO

A produção de silagem de grãos úmidos recomenda-se o consórcio milho com capim Tanzânia no espaçamento entre linhas de 0,90 m.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - Processo nº 2012/12213-6) pela concessão de bolsa de pós-graduação para a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 13.ed. Washington, DC: AOAC, 1995. 1015p.
- BALBINOT JÚNIOR, A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1925-1933, 2009. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782009005000107>
- BENACCHIO, S. Níveis de melaza em silo experimental de milho crioulo (*Sorghum vulgare*). **Agronomia Tropical**, v.14, p.651-658, 1965.
- BASSO, F.C.; LARA, E.C.; ASSIS, F.B.; RABELO, C.H.S.; MORELLI, M.; REIS, R.A. Características da fermentação e estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com *Bacillus subtilis*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.1009-1019, 2012. <https://doi.org/10.1590/s1519-99402012000400003>
- BIAGGIONI, M.A.M.; LOPES, A.B.C.; JASPER, S.P.; BERTO, D.A.; GONÇALVES, E.V. Qualidade da silagem de grão úmido em função da temperatura ambiente e pressão interna de armazenagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.31, p.377-382, 2009. <https://doi.org/10.4025/actasciagr.v31i3.325>
- CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba, SP: FEALQ, 2004. 135p.
- COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G.; BERTO, D.A.; ALMEIDA, G.A.; LOPES, A.B.R.C. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor nutritivo de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá, PR. **Anais...** Maringá, PR: UEM, 2001. p.87-126.

- COSTA, N.R.; OLIVEIRA, P.S.R.; GUALBERTO, R.; SOUZA, L.S.; MONTALVÃO, P.C. Densidades e formas de semeadura do capim-braquiária e produtividade do milho na integração lavoura-pecuária. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.7, p.61-68, 2013.
- DE PAULA, F.L.M.; MENEZES, L.F.G.; PARIS, W., RONSANI, R.; HOPPEN, S.M.; CIESCA, J. Silage production and the chemical composition of corn and Grass-tanzania intercropping. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, p.1607-1616, 2016. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n3p1607>
- DOMINGUES, A.N.; ABREU, J.G.; CANEPPELE, C.; REIS, R.H.P.; BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, C.M. Agronomic characteristics of corn hybrids for silage production in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.35, p.7-12, 2013. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i1.15592>
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, RJ: CNPS, 1997. 212 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA/CNPS, 2013. 353 p.
- FERREIRA, G.D.G.; BARRIÈRE, Y.; EMILE, J.; JOBIM, C.C.; ALMEIDA, O.C. Valor nutritivo da silagem de dez híbridos de milho. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.33, p.255-260, 2011. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i3.9890>
- KAISER, E.; WEIB, K.; POLP, L.V. A new concept for the estimation of ensiling potential of forages. In: THE INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13., 2002, Auchincruive. **Proceedings...** Auchincruive: SAC, 2002. p.344-358.
- KEPLIN, L.A.S. Recomendação de sorgo e milho (silagem) safra 1992/93. **CCLPL**, v.1, p.16-19, 1992. (Encarte Técnico da Revista Batavo).
- KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; COSTA, J.L.S.; SILVA, J.G.; VILELA, L.; BACELLOS, A.O.; MAGNABOSCO, C.U. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antonio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Circular técnica, 38).
- KUNG JUNIOR, L.; SHAVER, R. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. **Focus on Forage**, v.3, p.1-5, 2001.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00837-3](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00837-3)
- MARTIN, T.N.; VIEIRA, V.C.; MENEZES, L.F.G.; ORTIZ, S.; BERTONCELLI, P.; STORCK, L. Bromatological characterization of maize genotypes for silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, p.363-370, 2012. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v34i4.15271>
- MORAES, S.D.; JOBIM, C.C.; SILVA, M.S.; MARQUARDT, F.I. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, p.624-634, 2013. <https://doi.org/10.1590/s1519-99402013000400002>
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo Sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.61-67, 2010. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982010000100008>
- PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M.A.A.; BERGAMASCHINE, A.F.; BUZETTI, S.; CHIODEROLI, C.A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, p.360-370, 2009. DOI: 10.5216/pat.v39i4.5651
- RABELO, F.H.S.; REZENDE, A.V.; RABELO, C.H.S.; AMORIM, F.A. Características agrônomicas e bromatológicas do milho submetido a adubações com potássio na produção de silagem. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, p.635-643, 2013. <https://doi.org/10.1590/s1806-66902013000300028>
- RAIJ, B. Van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, SP: Instituto Agronômico, 2001. 284 p.
- SENGER, C.C.D.; MÜHLBACH, P.R.F.; SÁNCHEZ, L.M.B.; NETTO, D.P.; LIMA, L.D. Composição química e digestibilidade 'in vitro' de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v.35, p.1393-1399, 2005. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782005000600026>
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.
- SIMAS, J.M. Processamento de grãos para rações de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 9., 1996, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1997. p. 7-32.
- STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.229-235, 1991.



- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York, NY: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VELHO, J.P., MÜHLBACH, P.R.F., NÖRNBERG, J.L., VELHO, I.M.P.H., GENRO, T.C.M., KESSLER, J.D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1532-1538, 2007. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982007000700011>
- VIANA, P.T.; PIRES, A.J.V.; OLIVEIRA, L.B.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T.; NASCIMENTO FILHO, C.S.; CARVALHO, A.O. Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.292-297, 2012. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982012000200009>
- VILLELA, T.E.A; PINHO, R.G.V.; GOMES, M.S.; GROSS, M.R.; EVANGELISTA, A.R. Consequência do atraso na época de semeadura e de ensilagem do milho no valor nutritivo da silagem. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p.54-61, 2003. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542003000100006>
- WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York, NY: Marcel Dekker, 1984. 305p.