

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**SILAGEM DE CAPIM-ZURI COLHIDO EM DIFERENTES IDADES DE  
REBROTA E ADITIVADA COM MELAÇO EM PÓ**

Omar Ali

CAMPO GRANDE  
MATO GROSSO DO SUL  
2021

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**  
**CURSO DE MESTRADO**

**SILAGEM DE CAPIM-ZURI COLHIDO EM DIFERENTES IDADES DE REBROTA  
E ADITIVADA COM MELAÇO EM PÓ**

**Omar Ali**

**Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Alexandre Menezes Dias**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

**CAMPO GRANDE**  
**MATO GROSSO DO SUL**  
**2021**

### **Dedicatória**

Ao Altíssimo Glorioso Deus, O SENHOR DE TUDO por me conceber à vida e zelar por ela;

Aos meus pais Ali Omar e Zanabo Atumane, pela dedicação, à minha educação;

A minha filha Nazira Omar Ali, que tanto sentiu ausência do pai, espero que um dia possa compreender a causa dessa ausência.

A minha amada esposa Suhura Luís Raja, pela tamanha da paciência, carinho, amor, e pelos sonos perdidos nas noites, dedicada nos cuidados da nossa filha, e pelas dificuldades que enfrentaste na minha ausência.

**Dedico!**

## AGRADECIMENTOS

Ao Glorioso Deus, que orienta a minha vida, concedendo saúde, alegria, forças e vontade de não desistir os meus sonhos.

À minha amada esposa Suhura Luís Raja, pela confiança, paciência e muito amor.

Aos meus pais Ali Omar e Zanabo Atumane, pelo amor incondicional, apoio e dedicação para comigo.

Ao meu orientador Prof<sup>o</sup>. Dr. Alexandre Menezes Dias, pela orientação, paciência, humildade, pelo apoio moral e material, profissionalismo, ensinamentos e incentivos na pesquisa e nos trabalhos do campo, minha expressiva gratidão.

À minha coorientadora Dr<sup>a</sup>. Fernanda de Kássia Gomes, pela coorientação, amizade e todos conhecimentos compartilhados, vai a minha expressiva gratidão.

À Universidade Lúrio, no âmbito do seu projeto “Unilúrio: Support to Skills Development for Agriculture and Industry Project, financiado pelo Banco Africano de Desenvolvimento (BAD), pelo financiamento da bolsa de formação, meu muito obrigado.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ), pela oportunidade concebida e pela formação, meu muito obrigado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, por todos os ensinamentos, carinho, paciência e profissionalismo, minha expressiva gratidão.

Ao grupo de Forragicultura e Pastagens e do Café científico, Amarildo Pedro da Silva, Anderson Ramires Candido, Antonio Leandro; Fernanda de Kássia Gomes, Carolina Marques, Eva Nara Oliveira Gomes, Gustavo Henrique Tonhão, Luciana Junges, Juliana Oliveira Batistoti, Jessica da Silva Batista, Rafael de Oliveira Lima, e o meu amigo Ângelo Herbet Arcanjo, pela amizade, todos conhecimentos compartilhados, paciência, humildade, apoio moral e material, incentivos nas pesquisas e trabalhos do campo, enfim, minha imensa gratidão.

Aos funcionários da Fazenda Escola da UFMS Cleiber Montagna, Marcos Antônio Medina da Silva, pela amizade, todos conhecimentos compartilhados e apoio moral, meu muito obrigado.

Ao secretário do programa de Pós-graduação em Ciência Animal (FAMEZ-UFMS), Ricardo de Oliveira dos Santos, por todo apoio e paciência, meu muito obrigado.

E a todos aqueles que, de forma direta ou indiretamente, contribuíram para o meu êxito pessoal e profissional, meu muito obrigado.

**Muito Obrigado!**

“Não há caminho, o caminho se faz caminhando.”

**António Machado**

## RESUMO

A idade ideal de rebrota da planta forrageira e o uso de aditivo estimulante da fermentação podem melhorar as características fermentativas e valor nutricional de silagens de capins tropicais. Objetivou-se avaliar o efeito de idades de rebrota e o uso de melaço em pó sobre as características nutricionais das silagens de *Panicum maximum* (*Syn Megathyrsus maximus*) cultivar BRS Zuri. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3: três idades de corte (65, 80 e 95 dias) e três níveis de inclusão de melaço em pó (0, 20 e 40 g) de cana-de açúcar, com quatro repetições cada. Foram avaliados a composição química, os parâmetros de fermentação, a digestibilidade *in vitro* (DIV) e a cinética de degradação *in vitro* das silagens. Observou-se maiores teores de MS em silagens com 95 dias de corte aditivadas com 40 g de melaço. As silagens com 65 dias de corte aditivadas com 40 g de melaço apresentaram maiores valores para DIV da matéria seca (MS) (578,52 g) e DIV da fibra em detergente neutro (FDN) (475,17 g). Menores valores de pH (3,93), nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) (2,13 %), perda de matéria seca (PMS) (56,75 g/kg), perda por gases (PG) (10,65 g/kg) e densidade da silagem (DENS) (662,24 kg/cm<sup>3</sup>) foram observados nas silagens com 95 dias de corte com 40 g de melaço. Para a cinética de degradação *in vitro*, observou-se maior volume de gás (9,97 mL/100 g de MS) na fração lenta das silagens com 95 dias de corte com 40 g de melaço. Recomenda-se o corte do capim-zuri entre 80 e 95 dias de rebrota com adição de 40 g/kg de melaço em pó para a produção de silagens.

**Palavras-chave:** aditivo, capim, idade de rebrota, fermentação, qualidade

## ABSTRACT

The ideal regrowth age of the forage plant and the use of a fermentation-stimulating additive can improve the fermentative characteristics and nutritional value of tropical grass silages. This study aimed to evaluate the effect of regrowth ages and the use of molasses powder on the nutritional characteristics of silages of *Panicum maximum* (Syn *Megathyrus maximus*) cultivar BRS Zuri. A completely randomized design was used, in a 3x3 factorial scheme: three cutting age (65, 80 and 95 days) and three levels of inclusion of powdered molasses (0, 20 and 40 g) of sugarcane, with four replications each. The chemical composition, fermentation parameters, *in vitro* digestibility (IVD) and *in vitro* degradation kinetics of the silages were evaluated. Higher DM contents were observed in silages with 95 days of cut, with 40 g of molasses. The 65 days of cutting silages with 40 g of molasses had higher values for IVD of dry matter (DM) (578,52 g) and IVD of neutral detergent fiber (NDF) (475,17 g). Lower pH values (3,93), ammonia nitrogen (N-NH<sub>3</sub>) (2,13 %), loss of dry matter (DMP) (56,75 g), loss by gases (GP) (10,65 g) and silage density (DENS) (662,24 kg/cm<sup>3</sup>) were observed in silages with 95 days of cutting with 40 g of molasse. For the *in vitro* degradation kinetics, a greater volume of gas (9,97 mL/100 g of DM) was observed in the slow fraction of the silages with 95 days of cutting with 40 g of molasses. It is recommendad to cut the zuri grass between 80 and 95 days of regrowth with the addition of 40 g/kg of powdered molasses for the production of silages.

**Keywords:** additive, grass, regrowth age, fermentation, quality

## Lista de tabelas

Tabela 1: Parâmetros de qualidade fermentativa de silagem de gramíneas tropicais .....	8
Tabela 2: Parâmetros qualitativos e fermentativos das silagens de diferentes capins tropicais em diferentes idades de rebrota .....	8
Tabela 3: Análises químicas do solo realizada antes da implantação do experimento ..	11
Tabela 4: Características produtivas e morfológica, composição química e digestibilidade in vitro do capim-zuri antes da silagem em três idades de rebrota .....	12
Tabela 5: Composição química do melaço em pó de cana-de-açúcar .....	13
Tabela 6: Composição química das silagens do capim-zuri em três idades de rebrota (65, 80 e 95 dias) e três níveis de inclusão de melaço em pó (0, 20 e 40 g) .....	17
Tabela 7: Digestibilidade in vitro das silagens do capim-zuri com três idades de rebrota (65, 80 e 95 dias) e três níveis de inclusão de melaço em pó (0, 20 e 40 g) .....	19
Tabela 8: Parâmetros fermentativos das silagens do capim-zuri com três idades de rebrota (65, 80 e 95 dias) e três níveis de inclusão de melaço em pó (0, 20 e 40 g) .....	21
Tabela 9: Cinética da degradação in vitro das silagens do capim-zuri com três idades de rebrota (65, 80 e 95 dias) e três níveis de melaço em pó (0, 20 e 40 g) .....	23

## **Lista de figuras**

Figura 1: Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o período experimental no ano de 2017. ....	11
Figura 2: Produção cumulativa de gases (A) e tempo de degradação (B) in vitro das silagens do capim-zuri em três idades de rebrota (65, 80 e 95 dias) e três níveis de inclusão de melaço em pó (0, 20 e 40 g).....	24

## Lista de abreviaturas e siglas

Carboidrato solúveis = CS

Centímetro = cm

Densidade da silagem = DENS

Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácida = DIVFDA

Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutra = DIVFDN

Digestibilidade *in vitro* da matéria seca = DIVMS

Fibra em detergente ácida = FDA

Fibra em detergente neutro = FDN

Gramas = g

Hectare = ha

Hora = h

Lignina = LIG

Matéria orgânica = MO

Matéria seca = MS

Matéria mineral = MM

Massa de forragem seca total = MFST

Massa de forragem verde total = MFVT

Mililitro = mL

Nitrogênio amoniacal = N-NH<sub>3</sub>

Quilograma = kg

Perda de matéria seca = PMS

Perda por efluentes = PE

Perda por gases = PG

Proteína bruta = PB

Potencial hidrogeniônico = pH

Recuperação de matéria seca = RMS

Statistical Analysis System = SAS

Tempo de colonização = LAG

Tonelada = ton

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Geral: .....	3
2.2. Específicos:.....	3
2.3. Hipótese: .....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
3.1. Características do capim BRS Zuri.....	4
3.2. Características de silagens de capim.....	5
3.3. Parâmetros de fermentação .....	6
3.4. Valor nutritivo de silagens de capim .....	7
3.5. Melaço como aditivo .....	8
3.6. Cinética de degradação das silagens .....	10
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
4.1. Descrição do local, delineamento e tratamentos experimentais .....	11
4.2. Produção e composição morfológica .....	12
4.3. Confeção das silagens .....	13
4.4. Avaliação dos parâmetros de fermentação e das perdas .....	13
4.5. Análise química-bromatológica e digestibilidade <i>in vitro</i> .....	14
4.6. Cinética de degradação <i>in vitro</i> .....	14
4.7. Análises estatísticas .....	15
5. RESULTADOS .....	16
6. DISCUSSÃO.....	25
7. CONCLUSÃO .....	31
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32
9. ANEXO.....	41

## 1. INTRODUÇÃO

A produção das forrageiras tropicais, na maioria das vezes, ocorre no período das águas, em que fatores abióticos são favoráveis para assegurar a qualidade em proteína e a digestibilidade (Santos et al., 2014; Vasconcelos et al., 2009), e o *Panicum maximum* (*Syn. Magathyrus maxmus*) é uma dessas forrageiras que produzem grande quantidade de massa de forragem, com adequados valores nutricionais quando bem manejado, o que o torna uma forrageira relevante para a produção animal. Entretanto, a sua estacionalidade, ocasiona baixa produtividade dos rebanhos nos períodos desfavoráveis (Oliveira et al., 2014).

Para além de alta produção de massa verde/área, os capins do gênero *Panicum*, proporcionam custos de produção relativamente baixo, tornando uma forrageira de maior interesse em pesquisas e na diversificação das pastagens brasileiras (Euclides et al., 2018; Jank et al., 2011). Porém, para atingir essa alta produção, são necessários vários cortes, durante o período das águas (Santos et al., 2014).

A idade de rebrota é um dos fatores que contribuem nas características produtivas e qualitativas das forrageiras, sendo que a redução na idade de rebrota resulta em baixa produção de massa de forragem, maior relação folha:colmo e aumento do valor nutritivo da planta (Maranhão et al., 2010), e a idade avançada ocasiona o aumento do teor de fibras, em detergente neutra (FDN), lignificação dos tecidos, redução do conteúdo celular e, conseqüentemente, redução do valor nutritivo da planta, limitando assim a digestibilidade da forragem (Santos et al., 2014).

Santos et al. (2014), estudaram quatro intervalos de rebrota (35, 45, 55 e 65 dias) sobre o perfil fermentativo e recuperação de massa seca nas silagens de capim-mombaça, e observaram menores valores de pH e de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) nas silagens com maior intervalo de rebrota (65 dias) em relação às de menor intervalo (35 dias). Vasconcelos et al. (2009), também recomendam o corte do capim-mombaça aos 65 dias de rebrota, porém é preciso ter em conta a questão da redução do valor nutricional nessa idade.

O BRS Zuri é uma cultivar lançada recentemente (2014), produz cerca de 12 a 25 ton/ano de massa de forragem seca, 11 a 15 % de PB nas folhas, e 7 a 12 % nos colmos (Bender, 2017). Portanto, pode ser ensilado como os outros capins tropicais, porém, apresenta certas limitações por causa do baixo teor de MS, carboidratos solúveis e alta capacidade tampão na idade ideal do corte (Silva et al., 2015). Por outro lado, se elevar a

idade de rebrota com intuito de aumentar o teor de matéria seca (MS) da forragem, pode haver a redução dos teores de carboidratos solúveis, o que pode criar dificuldades na compactação do material no silo (Silva et al., 2015).

A recomendação de corte dos capins para ensilagem é de 60 a 70 dias de rebrota, justificando-se pela questão de altos valores nutritivos nessas idades (Ávila et al., 2006), porém, baixos teores de MS e umidade excessiva nessas idades, podem interferir na qualidade das silagens (Pereira et al., 1999). Para minimizar esses impactos, no presente experimento elevou-se a idade de rebrota de 65 aos 95 dias, com vista a elevar a massa da forragem, MS e reduzir a umidade no material ensilado.

Silagens produzidas com altos teor de umidade e a anaerobiose podem intensificar ação de bactérias do gênero *Clostridium*, resultando fermentações indesejáveis e aumento das perdas na qualidade nutricional da silagem por conta da degradação da proteína e ácidos láctico (Liu et al., 2011; Xie et al., 2012). Por conta disso, é necessário o uso de estimulantes de fermentação como o melaço de cana-de-açúcar, para elevar as bactérias fermentativas, reduzir o pH, reduzir perdas de MS, melhorar o valor nutritivo e a preservação das silagens (Bolsen et al., 1996; Bernardes et al. 2013; Desta et al., 2016).

O melaço de cana-de-açúcar em pó é um subproduto da indústria açucareira com cerca de 83,98 % de MS, 3,3 % de PB, 1,36 % de EE, 3,43 % de FB e 11,49 MM (Valadares Filho et al., 2010). Sendo rico em carboidratos solúveis, promove fermentação adequada para as bactérias lácticas, e inibe as fermentações indesejáveis (Bolsen et al., 1996; Bernardes et al. 2013). As recomendações sobre os níveis ideais de melaço a serem utilizados na ensilagem dos capins, são controversas. Com isso, para este experimento utilizou-se níveis próximos aos mínimos (20 g) e máximos (40 g) recomendados pelos fabricantes.

Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito de idades de rebrota (65, 80 e 95 dias) com a inclusão de níveis de melaço em pó (0, 20 e 40 g/kg na massa ensilada) sobre as características nutricionais das silagens de capim-zuri.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral:**

- Avaliar as características nutricionais das silagens de capim- zuri ensilado aos 65, 80 e 95 dias de rebrota e aditivadas com 0, 20 e 40 g de melaço em pó.

### **2.2. Específicos:**

- Avaliar a composição química-bromatológica das silagens;
- Avaliar os parâmetros fermentativos das silagens;
- Avaliar a digestibilidade *in vitro* e a cinética de degradação *in vitro* das silagens.

### **2.3. Hipótese:**

A idade ideal de rebrota da planta forrageira e o uso de aditivo estimulante da fermentação podem melhorar as características fermentativas e valor nutricional de silagens de capins tropicais.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

O *Panicum maximum*, por apresentar alta produção de massa de forragem, com bons valores nutricionais, pode ser ensilado como os outros capins tropicais, porém, apresentam certas limitações por causa do baixo teor de MS, carboidratos solúveis e alta capacidade tampão na idade ideal do corte (Silva et al., 2015). E a idade de rebrota sendo um dos fatores modificador das características produtivas e qualitativas das forrageiras, é preciso achar um equilíbrio fisiológico entre a idade de rebrota e a qualidade nutricional da forrageira para obter silagem de boa qualidade.

Com isso, é necessário o uso de aditivos estimulantes de fermentação como o melaço de cana-de-açúcar em pó, para proporcionar as bactérias fermentativas, reduzir o pH, reduzir perdas de MS, melhorar o valor nutritivo e melhor preservação das silagens (Bolsen et al., 1996; Bernardes et al. 2013; Desta et al., 2016).

Para tal, objetivou-se com a presente revisão bibliográfica criar base teórica para sustentar o presente estudo de “avaliação das características nutricionais e fermentativas das silagens do *Panicum maximum* (Syn, *Megathyrsus*) cultivar BRS zuri colhido aos 65, 80 e 95 dias de rebrota e aditivadas no momento da ensilagem com 0, 20, 40 g de melaço em pó”. Para o efeito, utilizou-se 85 referências bibliográficas, dos quais 46 dos últimos 11 anos (2011-2021) e 39 abaixo dos 11 anos (1984-2010).

#### 3.1. Características do capim BRS Zuri

O *panicum maximum* cv. BRS zuri é uma gramínea forrageira que foi lançada no ano de 2014, pela EMBRAPA gado de corte – MS, com a parceria da UNIPASTO. Esta cultivar é o resultado de diversas derivadas de um *panicum maximum* coletadas na Tanzânia, região leste da África, em 1969. O nome zuri é um termo Swaili (língua falada na Tanzânia e Quênia), que significa “bom” (Embrapa, 2014).

A BRS zuri é uma gramínea perene, cespitosa, tolerante de forma moderada ao encharcamento, desenvolve-se melhor em solos bem drenados. É uma gramínea de porte ereto e alto, com folhas verdes escuras, longas, largas e arqueadas. Produz cerca de 12 a 25 ton/ano de MS, 11 a 15 % de PB nas folhas, e 7 a 12 % nos colmos. Apresenta alta tolerância a cigarrinhas das pastagens e ao fungo (*Bipolaris maydis*) causador de mancha foliar. Sua estacionalidade produtiva é semelhante à cv. mombaça e tanzânia (Embrapa, 2014; Bender, 2017).

### **3.2. Características de silagens de capim**

Define-se ensilagem como o processo de fermentação anaeróbia da massa de forragem úmida, acondicionada em silos, onde os microrganismos epifíticos presentes nas plantas se desenvolvem através do uso de carboidratos solúveis contidos no conteúdo celular, produzindo ácidos orgânicos, em especial lactato, por bactérias ácido-láticas que reduzem o nível do pH e promovem a conservação (Lima Júnior et al., 2014).

Para ter silagem de boa qualidade, deve-se escolher a forrageira adequada (de acordo com a composição de cada espécie), determinar o momento de colheita (de acordo com o teor de matéria seca), tamanhos de partícula que proporciona boa compactação, boa vedação, haver predominância de bactéria ácido láctica e possuir baixa concentração de microrganismos indesejáveis (Guareschi et al., 2010).

Os procedimentos de ensilagem podem não melhorar as características qualitativas da forragem ensilada, mas propõem a preservação dessas características (McDonald et al., 1991). Com a maturidade fisiológica dos capins, há um aumento da produtividade por área, mas com diminuição do valor nutritivo. Isso é devido à redução do conteúdo celular e aumento de frações indigestíveis, o que faz com que o material ensilado seja de baixo valor nutritivo (Pereira et al., 1999). Mas também, se colher em estágio de crescimento vegetativo, no qual apresentam maior valor nutritivo, apresentaram fermentações secundárias indesejáveis, devido ao alto teor de umidade, baixos teores de ácido láctico, alto nível de pH e nitrogênio amoniacal, o que irá resultar baixo teor de matéria seca, carboidratos solúveis e elevado poder tampão (Pereira et al., 1999). A idade ideal de corte de capim para ensilagem, deve variar entre 60 e 70 dias de rebrota e será influenciada pela extensão do intervalo entre os cortes e condições edafoclimáticas do local (Ávila et al., 2006).

Alguns fatores como o manejo utilizado na colheita, a trituração e a compactação devem ser considerados. A trituração promove o rompimento das células, o que facilita o aumento da proporção de carboidratos solúveis no material ensilado. Porém, silagem com baixo teor de MS e tamanho das partículas reduzidas pode causar perdas por efluentes, devido ao rompimento excessivo da parede celular (Santos et al., 2010).

O tamanho de partículas recomendado para silagens de capim, devem ser de 20 a 30 mm, para garantir a maior proporção de carboidratos e crescimento de bactérias lácticas, e disponibilidade da interação entre substrato e microrganismos, promovendo maior produção de ácido-lático e rápida queda do pH. Partículas maiores dificultam a queda do pH e eliminação do oxigênio durante a compactação (Rêgo et al., 2015).

A compactação do material ensilado é crucial para elevar a densidade de remoção de oxigênio no interior do silo (Tan & Dalmis, 2019). E torna eficiente pela qualidade do peso do equipamento utilizado no momento da ensilagem, pela espessura e número de camadas do material ensilado, e altura do silo (Wilkinson & Muck, 2019). A pressão, o tempo de compressão e a experiência do manipulador influenciam na compactação, e afetam diretamente na qualidade fermentativa da silagem (Tan et al., 2018).

Quanto maior for a compactação do material ensilado, melhor será a conservação de carboidratos solúveis e preservação das proteínas da silagem, e menor serão as perdas de gases, efluentes e de matéria seca (MS). Silos com maior densidade apresentam menor concentração de oxigênio, o que permite a fermentação adequada da silagem desde do início fechamento do silo, e resulta menores perdas por efluentes (Sucu et al., 2016; Neumann et al., 2009).

A determinação de densidade e o tamanho de partículas são fatores que podem minimizar as perdas decorridas no processo de ensilagem. Embora algumas das perdas sejam inevitáveis, mas o seu controle é crucial para garantir a eficiência na conservação de forragens (Borreani et al., 2018).

A maiorias das perdas ocorrem na colheita do material no campo (1 a 3 %) na maioria das culturas, no enchimento do silo, na respiração e fermentação da silagem, na produção de efluentes e exposição ao oxigênio durante armazenamento e alimentação (Borreani et al., 2018). Altura do corte também influencia nas perdas por contaminação através do solo (Wilkinson, 2015).

### **3.3. Parâmetros de fermentação**

O princípio básico da silagem é a fermentação de açúcares por bactérias, produção de ácidos orgânicos e redução do pH do material ensilado. Processo se torna simples, quando se utiliza carboidratos solúveis próprios da forragem ou adicionados, fermentados por bactérias epífitas ou adicionadas (Wilkinson & Davies, 2013).

Ao longo do processo fermentativo do material ensilado, são produzidos diversos tipos de ácidos (lático, acético, butírico, isobutírico, propiônico, valérico, isovalérico, succínico, fórmico, entre outros) com único objetivo que é de promover a fermentação, (McDonald et al, 1991). Ácido lático, acético, butírico e propiônico, são os mais comuns nas avaliações, por serem os mais identificados em maiores concentrações. O mais destacado é o ácido lático, porque numa silagem de boa fermentação, a proporção deste ácido deve ser superior aos demais (Macêdo et al., 2018). A maior produção de ácido

lático, correlaciona com a qualidade de fermentação, por isso não se deve avaliar de forma separada, porque outros parâmetros como redução do nível de pH, teor de matéria seca, capacidade tampão e o teor de carboidrato solúvel, também influenciam (Muck, 2010). A umidade superior a 70 % afeta a proporção de microrganismos presentes no silo, podendo induzir fermentações indesejáveis, e inferior a 60 % pode induzir fermentações por fungos (Lima Júnior et al., 2014).

Para garantir a fermentação adequada, os valores de ácido lático devem ser no mínimo de 2 % da MS. Silagens com fermentação inadequada por alta intensidade de ação de bactérias do gênero *Clostridium* e degradação proteica, reflete em maior concentração de ácido butírico, quando maior que 2,5 % da MS. A concentração de ácido acético varia de 1 a 10 % de MS, em silagens bem conservadas podem oscilar de 2 a 5 % da MS (McDonald et al., 1991).

A fermentação láctica é alta quando o material *in natura* possui alta concentração de carboidrato solúveis, e resulta em um material conservado de alta qualidade nutricional (Oliveira et al., 2010). Mas se essa fermentação não alcança os níveis adequados promove aumento da fermentação butírica, na qual está relacionado com o teor de umidade e perdas de MS. E é influenciado pelo baixo teor de MS do material ensilado, favorecendo o aumento de perdas. O teor de MS deve estar entre 30 a 35 % além de possuir um teor mínimo de carboidrato solúveis, cerca de 3 % (Wilkinson & Muck, 2019).

A variação de pH durante o processo de fermentação da silagem explica as fases e reações que estão ocorrendo (desejáveis ou indesejáveis), indicando também a informação do início da fase da estabilização com um declínio que deve estar entre 3,8 e 4,2. Fatores como nível de carboidratos solúveis, substratos das bactérias lácticas de 6 a 8 %, baixa capacidade tampão e teor de MS entre 26 e 38 %, influenciam a queda do pH (Oliveira et al., 2010).

### **3.4. Valor nutritivo de silagens de capim**

Refere-se o valor nutritivo de um alimento, à composição química, consumo e a digestibilidade. Alguns indicadores como a digestão, o processo metabólico, a interação entre as características química (fermentação e microbiológicas) e físicas da forrageira podem ajudar na determinação do valor nutritivo da forrageira (Viana et al., 2012). O valor nutritivo de gramíneas tropicais reduz na medida em que ocorre o aumento do material senescente, e quando se aproxima na fase da inflorescência (Santos et al., 2012).

A composição química, pH, capacidade tampão, as concentrações de ácidos orgânicos (ácidos láctico, acético, propiônico e butírico) e o percentual de nitrogênio amoniacal total (N-NH<sub>3</sub>/%T), são os principais indicadores químicos para avaliação de silagens (Muck, 2010). O teor de nitrogênio amoniacal indica a quantidade de proteína e nitrogênio degradada durante a fermentação (Pires et al., 2013).

Uma boa silagem deve apresentar o valor da proteína bruta (PB) de 60 g/kg (Vans Soest 1994), e teores menores de 10 % de teor das concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) (McDonald et al., 1991; Costa et al., 2016). Portanto, as silagens devem apresentarem cor equivalente ao material ensilado e ausência de cheiro estranho, porque o cheiro estranho é uma das características prováveis de ocorrência de ação *Clostridiana* durante a fermentação, o que pode comprometer a qualidade e a ingestão das silagens (Kung Jr et al., 2018).

Tabela 1: Parâmetros de qualidade fermentativa de silagem de gramíneas tropicais

Forragem	MS (%)	CS (%)	pH	N-NH <sub>3</sub> (%)
<i>Brachiaria</i>	18 – 24	6 – 8	4,4 – 5,0	15 – 30
<i>Panicum</i>	18 – 26	6 – 8	4,2 – 4,8	15 – 30
Capim-elefante	20 – 28	11 – 18	4,2 – 4,5	10 – 15
<i>Cynodon</i>	23 – 27	8 – 9	4,4 – 4,7	8 – 12

MS – matéria seca (%); CS – carboidrato solúveis (%); pH - Potencial Hidrogeniônico; N-NH<sub>3</sub> – nitrogênio amoniacal (%).

Fonte: adaptado por Mello (2004)

Alguns valores dos parâmetros qualitativos e fermentativos das silagens de capins tropicais (elefante, mombaça e brachiaria) cortados em diferentes idades de rebrota (60, 65 e 70 dias), foram reportados por Brant et al. (2017), Oliveira et al. (2014), Pacheco et al. (2014), Santos et al. (2014), Santos et al. (2011) e Vasconcelos et al. (2009).

Tabela 2: Parâmetros qualitativos e fermentativos das silagens de diferentes capins tropicais em diferentes idades de rebrota

Espécie/cultivar	Idade	MS	PB	pH	N-NH <sub>3</sub>	Autores
capim-roxo	60	191,0	65,6	4,67	4,29	Brant et al. (2017)
capim-mombaça	70	606,2	54,5	4,82		Oliveira et al. (2014)
capim-elefante	70	149,0		4,18	12,24	Pacheco et al. (2014)
capim-mombaça	65	193,5	70,7	4,63	6,17	Santos et al. (2014)
capim-brachiária	60	210,8	38,0	4,54	12,99	Santos et al. (2011)
	70	237,5	35,5	4,38	10,21	
capim-mombaça	65	242,2	50,0		665	Vasconcelos et al. (2009)

MS – matéria seca (g); PB – proteína bruta (g); pH – Potencial Hidrogeniônico; N-NH<sub>3</sub> – nitrogênio amoniacal em (%).

### 3.5. Melaço como aditivo

Os aditivos são produtos adicionados intencionalmente às forrageiras que não apresentam condições favoráveis para serem ensiladas, por conta de baixo teor de MS,

baixo teor de carboidratos solúveis e umidade acima do recomendado (Santos, et al., 2010). Os aditivos na confecção de silagens podem ser classificados como estimulantes da fermentação; inibidores da fermentação indesejáveis; inibidores de deterioração aeróbica e fontes de nutrientes e/ou absorventes de umidade (McDonald et al., 1991).

O uso de aditivos na produção de silagem nos últimos tempos no Brasil, torna-se cada vez mais crescente, por se tratar de uma técnica que garante a melhoria na qualidade fermentativa das silagens, e preserva o valor nutritivo do material ensilado (Bolsen et al., 1996). Os inoculantes microbianos tem sido os mais utilizados, por não serem corrosivos e não poluírem o ambiente e, apresentar segurança e facilidade na manipulação (Ávila et al., 2009).

Os aditivos a serem utilizados devem reunir condições de segurança e facilidade na manipulação, estimular a fermentação para fornecer carboidratos solúveis, melhorar a qualidade higiênica da silagem, inibir fermentações indesejáveis, proporcionar condições favorável da ação dos microrganismos desejáveis, inibindo as ações dos microrganismos indesejáveis, melhorar o valor nutritivo, reduzir as perdas de matéria seca e a deterioração aeróbica, e por fim, devem ser relativamente econômicos (Neumann et al., 2010).

Os aditivos estimulantes como o melaço de cana-de-acúcar em pó, para além de favorecerem o aumento do teor de matéria seca e carboidratos solúveis, também estimulam o processo fermentativo e melhoram o valor nutricional das silagens (Andrade et al., 2010; Bolsen et al., 1996), inibe as fermentações indesejáveis, reduz o pH, as perdas de matéria seca, a preservação das silagens (Bernardes et al. 2013; Desta et al., 2016).

Portanto, o melaço de cana vem sendo utilizado desde há muito tempo como fonte energética, aromatizante e melhoria na palatabilidade do alimento. Apresenta cerca de 83,98 % de MS, 3,30 % de PB, 1,36 % de EE, 3,43 % de FB e 11,49 de MM (Valadares Filho et al., 2010).

Desta et al. (2016), trabalhando com 40 g de melaço nas silagens de capim-Napier, observaram o aumento do ácido láctico e os carboidratos solúveis, redução de pH e dos conteúdos lignocelulósicos, e melhoria na digestibilidade das silagens. Li et al. (2014), em silagens de capim-rei, reportaram boa preservação de ácido láctico, menor valor de pH nas silagens aditivadas com melaço, e melhor qualidade da fermentação nas silagens com 20 g de melaço.

### 3.6. Cinética de degradação das silagens

A digestibilidade é a conversão de macromoléculas contidas nos nutrientes das dietas em compostos simples. Na maioria das vezes estima-se por método *in vitro*, que consiste em simular os processos da digestão no rúmen (Van Soest, 1994). Por acontecer no ambiente anaeróbico de degradação dos nutrientes por ação das enzimas microbianas, relaciona-se com o consumo e a digestibilidade *in vivo* (Ørskov, 2002).

A composição da matéria seca de uma forrageira interfere a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, porque está diretamente relacionada com a PB, FDN e FDA (Santos et al., 2012; Simoni et al., 2014; Calvalcanti et al., 2016), aumento de teor de fibras nas forrageiras afeta diretamente a qualidade nutricional, resultando menor digestibilidade dos alimentos (Rodrigues Jr et al., 2015).

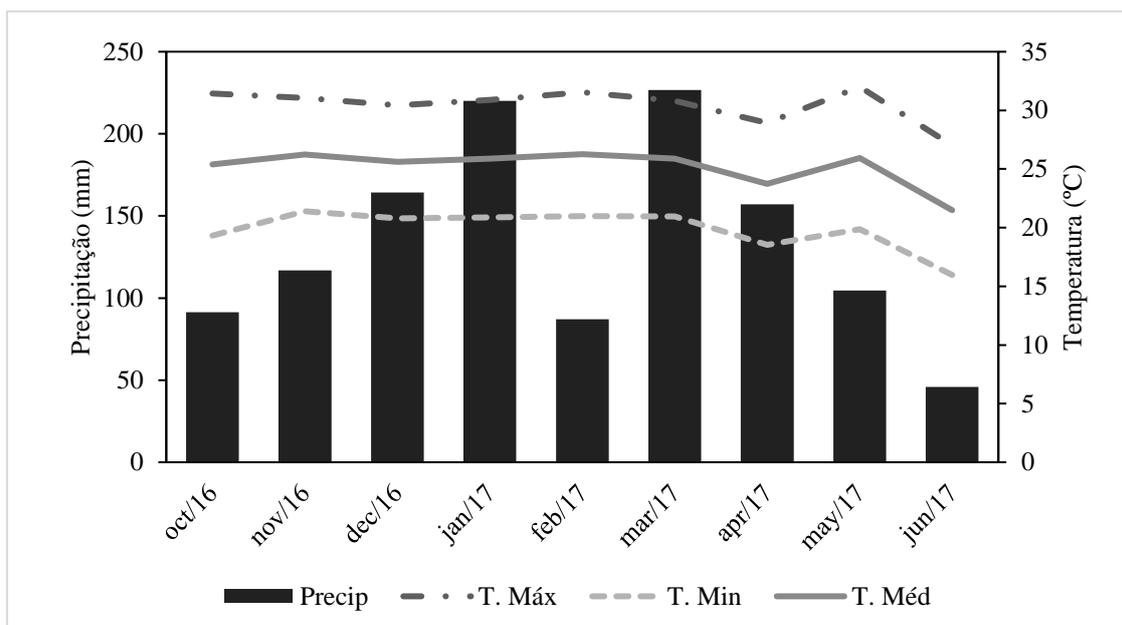
A produção acumulativa de gás *in vitro* correlaciona com a degradabilidade aparente e verdadeira, bem como a degradabilidade ruminal *in vivo* (Blummel et al., 1997). É influenciada pela composição dos alimentos, pela forma de fermentação dos alimentos fibrosos em relação aos ricos em amidos (Nogueira et al., 2006). É uma técnica de baixo custo e de alta confiabilidade (Smite et al., 2010). A digestibilidade depende do tempo da incubação da dieta no trato digestivo (Guimarães Jr et al., 2008).

Contudo, verifica-se ausência de informações referente à recomendação da idade de rebrota para o capim-zuri com finalidade de produção de silagem, e ainda existem poucas informações que sustentam a qualidade nutricional das silagens de capim tropical aditivadas com melaço de cana-de-açúcar em pó.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Descrição do local, delineamento e tratamentos experimentais

O experimento foi desenvolvido no ano de 2017, no setor de forragicultura da Fazenda Escola, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada no município de Terenos – MS (20°26' 48,2''S 54°50'39,2''O e 530 m de altitude). Com temperatura e precipitação média durante o período do experimento de 25°C e 180 mm (Tabela 1).



Fonte: CEMTEC

Figura 1: Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o período experimental no ano de 2017.

O capim-zuri utilizado para ensilagem foi estabelecido no ano anterior (2016), em uma área de 108 m<sup>2</sup>, dividida em três parcelas de 36 m<sup>2</sup>. Cada parcela foi subdividida em três subparcelas (12 m<sup>2</sup>), e alocadas aleatoriamente as três idades de rebrota (65, 80 e 95 dias). Os solos da área experimental são classificados do tipo tropical úmido, Latossolos vermelho distrófico, com textura argilosa e baixa fertilidade natural.

Fez-se coleta de amostra do solo antes do estabelecimento do capim em 10 pontos aleatórios, numa profundidade de 0 a 20 cm, homogeneizada, e amostra única foi dirigida para análises químicas (Tabela 3).

Tabela 3: Análises químicas do solo realizada antes da implantação do experimento

Profundidade	pH (CaCl <sub>2</sub> )	pH (H <sub>2</sub> O)	P	MO	K	Ca	Mg	Ca + Mg	Al	H + Al	CTC	SB
cm	cmol mgdm <sup>-3</sup>											%
0 - 20	5,31	5,91	4,52	35,34	0,20	7,35	1,20	8,55	0,00	5,18	13,93	62,81

Fez-se correção e adubação com 1,2 ton/ha de calcário dolomítico (PRNT = 80 %), 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples), 100 kg/ha N (ureia) e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio). No princípio de janeiro de 2017, fez-se o corte de uniformização e em seguida adubação de manutenção com 100 kg/ha de N (ureia).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3, sendo três idades de rebrota (65, 80 e 95 dias) e três níveis de melaço de cana em pó (0, 20 e 40 g/kg na mistura), com quatro repetições por tratamento.

#### 4.2. Produção e composição morfológica

O material foi cortado à 20 cm do solo, por meio de um quadrado metálico com área de 1,0 m<sup>2</sup> (1m x 1m), pesado e 50 % da amostra de cada corte foi separada manualmente as partes foliares (lâminas foliares), pseudocolmos (colmos e bainhas foliares) e material senescente, depois acondicionadas em sacolas de papel, pesadas e submetidas em pré-secagem na estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas (Zenebon et al., 2008).

Foi estimada massa de forragem verde total (MFVT), massa de forragem seca total (MFST) por hectare, proporção de folha, de colmo e de material senescente (Tabela 4), e composição química e digestibilidade *in vitro* do material antes da ensilagem, em função da idade de rebrota (Tabela 4).

Tabela 4: Características produtivas e morfológica, composição química e digestibilidade *in vitro* do capim-zuri antes da silagem em três idades de rebrota

Itens	Idades de rebrota		
	65 dias	80 dias	95 dias
MFVT (ton/ha)	28,50	31,20	37,60
MFST (ton/ha)	6,30	7,30	10,90
Folha (g/kg)	690,38	610,65	528,15
Colmo (g/kg)	304,60	365,13	416,27
Senescente (g/kg)	5,02	24,22	55,58
Relação folha: colmo	2,26	1,26	1,27
Composição química:			
MS (g/kg Ms)	176,93	201,69	235,14
PB (g/kg Ms)	72,24	70,32	53,83
MO (g/kg Ms)	897,99	892,57	904,61
FDN (g/kg Ms)	776,96	803,37	810,70
FDA (g/kg Ms)	587,04	593,06	594,01
LIG (g/kg Ms)	78,39	81,11	84,81
Digestibilidade <i>in vitro</i> (g/kgMS)			
DIVMS (g/kg Ms)	568,94	558,69	534,51
DIVFDN (g/kg Ms)	547,76	531,85	491,34
DIVFDA (g/kg Ms)	471,87	466,14	462,61

MFVT: massa de forragem verde total; MFST: massa de forragem seca total; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; MO: matéria orgânica; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: Lignina; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVFDN: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro; DIVFDA: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido.

A composição química do melaço utilizado na confecção das silagens (Tabela 5), foi conferida no rótulo da embalagem, de acordo com os dados do fabricante.

Tabela 5: Composição química do melaço em pó de cana-de-açúcar

Conteúdos	PB	Umidade	Açúcar total	MM	FB	EE	EM	Ca	P
valor	45	50	g/kg	200	mg/kg	4000	Kcal/kg	70	g/kg
			550		800		3,10		1

PB: proteína bruta (g/kg); MM: matéria mineral (g/kg); FB: fibra bruta (g/kg); EE: extrato etéreo (mg/kg); EM: energia metabolizável (kcal/kg); Ca: cálcio (g/kg); P: fosforo (g/kg).

#### 4.3. Confecção das silagens

O capim foi picado numa trituradora estacionária em partículas de aproximadamente 2 a 3,0 cm, depois homogeneizado com os respectivos níveis de melaço, em seguida compactado com soquetes de madeira em minisilos de PVC de 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro. Cada minisilo era provido de tampas de válvula do tipo “Bunsen” com finalidade de permitir o escapamento de gases oriundos da fermentação e para possibilitar a quantificação das perdas por efluentes, de matéria seca e por gases.

No fundo de cada minisilo foi colocado uma camada de 750 g de areia seca embrulhada num tecido não tecido, e a parte de cima entre a massa ensilada e a tampa de vedação, colocou-se uma tela fina de plástico do tipo sombrite para captação do efluente oriundo da massa ensilada.

Os componentes do minisilo (PVC + tampas + areia seca + tela), foram pesados antes da ensilagem, e depois de se encher (silo cheio + tampa), para determinação de perdas por gases (PG), recuperação de matéria seca (RMS) e perdas por efluente (PE), conforme as diferenças gravimétricas. Após o enchimento, compactação, fechamento e vedação com fita adesiva, os minisilos foram armazenados em local coberto com temperatura ambiente por um período de fermentação de 50 dias.

#### 4.4. Avaliação dos parâmetros de fermentação e das perdas

Após o período da fermentação, os minisilos foram pesados, para determinação das perdas totais de matéria seca, por forma de gases e efluentes, utilizando a diferença de peso de acordo com as equações adaptadas pelo Jobim et al. (2007).

As primeiras camadas das silagens de cada silo foram descartadas, e as centrais foram homogeneizadas e separadas em duas amostras, uma para determinação do pH utilizando peagâmetro digital (modelo MA522), e o nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) conforme a metodologia descrita por Bolsen et al. (1992). E a outra parte foram acondicionadas em sacolas de papel, pesadas e colocadas na estufa de circulação forçada

de ar a 55°C por 72 horas, depois foram moídas em moinho de facas tipo willey e posteriormente analisadas as composições químicas.

#### **4.5. Análise química-bromatológica e digestibilidade *in vitro***

As amostras foram secadas na estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas, pesadas, moídas em moinho de facas tipo *Willey*. Em seguida foram quantificados os teores de matéria seca (MS) (método 934.01: AOAC, 2000), matéria orgânica (MO; 942.05), matéria mineral (MM; 942.05), e a proteína bruta (PB) foi obtida por meio da concentração de N (N total x 6,25) procedimento de kjeldahl (método 920.87; AOAC, 2000).

As frações fibrosas foram determinadas por filtração em cadinhos porosos em detergente neutra (FDN) e fibra em detergente ácida (FDA) (Van Soest et al., 1991), e a lignina foi determinada pela sequência de análise ADF, conforme o método 973.18D (AOAC, 2000).

As análises de digestibilidades *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da proteína bruta (DIVPB), fibra em detergente neutra (DIVFDN) e da fibra em detergente ácida (DIVFDA) foram determinadas de acordo com o método DAISYII (Ankom Technology Corp., Fairport, NY; Holden, 1999), utilizou-se o líquido ruminal coletado em três ovinos fistulados da raça Texel, e alimentados com dieta mista (pastagens de *brachiaria* e silagens de capim-zuri das três idades de corte).

Os coeficientes de digestibilidade *in vitro* referentes aos nutrientes (MS, PB, FDN e FDA), foram quantificadas através da seguinte equação:

$$DIV \text{ (g kg}^{-1}\text{)} = (\text{massa de nutriente incubado (g)} - \text{massa de nutriente residual (g)} - \text{massa do branco (g)}) / (\text{massa de nutriente incubado (g)}) \times 100.$$

#### **4.6. Cinética de degradação *in vitro***

Para a produção acumulativa de gases *in vitro*, consistiu em três repetições por tratamento, utilizando o líquido ruminal coletado manualmente com auxílio de um pano no saco ventral do rumem de três ovinos fistulados, os inóculos foram homogeneizados e exprimidos num recipiente térmico previamente aquecido à 39°C, e depois da filtração do conteúdo, injetou-se com uma seringa graduada 25 mL do líquido ruminal e 100 mL de solução tampão pré-aquecida a 39°C em três frascos de vidro por amostra.

Os frascos contendo amostras foram purgados com CO<sub>2</sub>, e depois acoplados nos sensores de pressão em agitação constante durante 48 horas à 39°C, num equipamento eletrônico Ankom Technology RF (GasProduction System), o sistema foi acoplado com 9

frascos em sensores de pressão digital ligados por via wireless a um computador. Após 48 horas, foi quantificada a produção cumulativa de gás em mL/100 mg de MS incubado, conforme o modelo logístico bicompartimental proposto por Schofield et al. (1993).

$Y = A/\{1 + \exp[2+4*B*(LAG-t)]\} + D/\{1 + \exp[2+4*E*(LAG-t)]\}$ , em que:

Y = volume total de gás no tempo t (extensão da degradação);

A = volume de gás (mL) de degradação rápida;

D = volume de gás (mL) de degradação lenta;

B = taxa de degradação da fração rápida (/hora);

E = taxa de degradação da fração lenta (/hora); e

LAG = tempo de colonização da partícula (h).

#### **4.7. Análises estatísticas**

Os resultados obtidos nas variáveis estudadas, foram submetidos à análise de variância utilizando programa estatístico PROC MIXED do software SAS (SAS Institute, 2000), as médias foram comparadas pelo teste de “Tukey” a 5 % de nível de significância, utilizando o seguinte modelo estatístico:  $Y_{jk} = \mu + I_j + m_k + x_{jk} + e$

em que:  $Y_{jk}$  – observação dos tratamentos: j – idades de rebrota; k – níveis de melaço;

$\mu$  – efeito geral médio;

$I_j$  – efeito das idades de rebrota;

$m_k$  – efeito dos níveis de melaço;

$x_{jk}$  – efeito da interação entre idades de rebrota e níveis de melaço (jk);

e – erro aleatório associado em cada observação (jk)

## 5. RESULTADOS

A composição química das silagens do capim-zuri em três idades de rebrota (65,80 e 90 dias) e três níveis de melaço (0, 20 e 40) foi descrita na Tabela 6. Observou-se a interação ( $P < 0,05$ ) entre as idades de rebrota e os níveis de melaço sobre os teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutra (FDN), fibra em detergente ácida (FDA) e lignina (LIG). Não houve interação ( $P > 0,05$ ) para os teores de PB, MO e MM, porém houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) entre as idades de rebrota e os níveis de melaço para teores de proteína bruta.

Maiores teores de MS (283,12 g/kg) foram observados nas silagens com 95 dias de rebrota, aditivadas com 40 g de melaço. A FDN (775,93 e 782,24 g/kg) e FDA (608,36 e 606,13 g/kg) foram maiores nas silagens com 65 e 95 dias de rebrota sem aditivo. O teor de PB (61,54 g/kg) foi observado nas silagens com 65 dias de rebrota e aditivadas com 40 g de melaço, e o teor de lignina (93,35g/kg) foi superior nas silagens com 95 dias de rebrota, sem aditivo.

Tabela 6: Composição química das silagens do capim-zuri em três idades de rebrota (65, 80 e 95 dias) e três níveis de inclusão de melaço em pó (0, 20 e 40 g)

Itens	Idades de rebrota (dias)				EPM	<i>P-valor</i>			
	Melaço	65	80	95		Média	Idade	Melaço	I * m
MS g/kg	0	195,09 Bc	196,14 Bc	236,58 Ac	209,27	2,533	< 0,0001	< 0,0001	0,0002
	20	212,19 Cb	228,21 Bb	269,74 Ab	236,71				
	40	223,44 Ca	252,33 Ba	283,12 Aa	252,96				
	<b>Média</b>	210,24	225,56	263,15					
MO g/kg	0	900,26	888,24	891,87	893,46 a	1,146	0,0016	0,0126	0,0991
	20	895,39	889,18	894,86	893,14 a				
	40	889,95	888,12	888,18	888,75 b				
	<b>Média</b>	895,20 A	888,51 B	891,64 AB					
MM g/kg	0	99,72	111,76	108,14	106,54 b	1,985	0,0016	0,0126	0,0985
	20	104,61	110,83	105,14	106,86 b				
	40	110,05	111,89	111,82	111,25 a				
	<b>Média</b>	104,80 B	111,49 A	108,37 AB					
PB g/kg	0	57,05	45,70	56,22	52,99 b	1,685	< 0,0001	< 0,0001	0,1783
	20	59,45	52,39	56,11	55,98 b				
	40	68,11	58,47	61,66	62,75 a				
	<b>Média</b>	61,54 A	52,18 C	58,00 B					
FDN g/kg	0	775,93 Aa	749,35 Ba	782,24 Aa	769,17	6,318	< 0,0001	< 0,0001	0,0006
	20	724,86 Ab	710,98 Ab	709,29 Ab	715,04				
	40	684,96 Ac	615,64 Ac	663,82 Bc	654,81				
	<b>Média</b>	728,58	691,99	718,45					
FDA g/kg	0	608,36 Aa	579,06 Ba	606,13 Aa	597,85	5,739	< 0,0001	< 0,0001	0,0065
	20	523,04 Ab	506,73 Ab	518,07 Ab	515,94				
	40	499,13 Ac	438,01 Bc	487,07 Ac	474,74				
	<b>Média</b>	543,51	507,94	537,09					
LIG g/kg	0	62,49 Ca	72,68 Ba	93,35 Aa	76,17	1,228	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
	20	52,43 Cb	68,17 Ab	62,97 Bb	61,19				
	40	49,50 Cb	57,30 Bc	61,76 Ab	56,19				
	<b>Média</b>	54,81	66,05	72,69					

MS: Matéria seca; MO: Matéria orgânica; MM: Matéria mineral PB: Proteína bruta; FDN: Fibra em detergente neutra; FDA: Fibra em detergente ácida; LIG: Lignina. Médias seguidas por letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna distintas diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). EPM = erro padrão da média; P. idade = efeito da idade de rebrota; P. melaço = efeito do melaço, I \* m = Efeito da interação da idade de rebrota e nível de melaço.

Para os coeficientes da digestibilidade *in vitro* (Tabela 7), não houve interação entre as idades de rebrota e os níveis de melaço ( $P > 0,05$ ) para a DIVMS e DIVFDN. Porém, houve efeito significativo entre idades ( $P > 0,05$ ). Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre as idades de rebrota e os níveis de melaço para a DIVFDA e DIVPB.

Maiores DIVMS (578,52 g/kg) e DIVFDN (475,17 g/kg) foram observadas no tratamento de 65 dias de rebrota. Para além disso, houve efeito na adição de melaço, observando-se maiores DIVMS e DIVFDN quando adicionado 40 g.

Por outro lado, a DIVFDA foi maior nas silagens com 65 dias recebendo 20 e 40 g de melaço, e as de 80 dias quando não se adicionou o melaço. Já a DIVPB foi maior nas interações nas três idades quando se adicionou com 40 g de melaço.

Tabela 7: Digestibilidade *in vitro* das silagens do capim-zuri com três idades de rebrota (65, 80 e 95 dias) e três níveis de inclusão de melaço em pó (0, 20 e 40 g)

Itens	Intervalo de corte (dias)				Média	EPM	Idade	P-valor	
	Melaço	65	80	95				Melaço	I * m
DIVMS g/kg	0	516,61	492,39	493,85	500,95 c	3,424	0,0099	< 0,0001	0,0654
	20	581,21	557,43	559,37	566,00 b				
	40	637,75	645,52	638,36	640,54 a				
	<b>Média</b>	578,52 A	565,11 B	563,86 C					
DIVFDN g/kg	0	434,39	424,49	433,91	430,93 c	4,884	0,0024	< 0,0001	0,0948
	20	486,42	446,85	439,09	457,45 b				
	40	504,71	476,20	491,87	490,93 a				
	<b>Média</b>	475,17 A	449,18 B	454,96 B					
DIVFDA g/kg	0	407,01 Ab	404,22 Aa	410,79 Aab	407,34	11,463	< 0,0001	0,0061	< 0,0001
	20	462,72 Aa	312,88 Cb	388,02 Bb	387,87				
	40	482,40 Aa	343,37 Cb	437,54 Ba	421,10				
	<b>Média</b>	450,71	353,49	412,12					
DIVPB g/kg	0	552,25 Bc	460,10 Cc	655,37 Ac	555,91	16,646	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
	20	724,29 Ab	645,10 Bb	724,10 Ab	697,83				
	40	825,48 Aa	796,73 Aa	800,27 Aa	807,49				
	<b>Média</b>	700,67	633,98	726,58					

DIVMS: Digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVFDN: Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro; DIVFDA: Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido; DIVPB: Digestibilidade *in vitro* da proteína bruta. Médias seguidas por letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna distintas diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05). EPM = erro padrão da média; P. idade = efeito da idade de rebrota; P. melaço = efeito do melaço, I \* m = Efeito da interação da idade de rebrota e nível de melaço.

Nos resultados dos parâmetros fermentativos (Tabela 8), observou-se interação ( $P < 0,05$ ) entre as idades de rebrota e níveis de melão sobre os valores de pH e nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ). Não houve interação ( $P > 0,05$ ) para os teores de perda de matéria seca (PMS), perda por gases (PG), perda por efluentes (PE), recuperação de matéria seca (RMS) e densidade da silagem (DENS), porém, observou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) nas idade de rebrota. Além disso, foi observado efeito na adição de melão na perda por gases e na densidade.

Os valores de pH das silagens com 65 e 80 dias de rebrota aditivadas com 0 e 20 g de melão, foram superiores em relação aos outros tratamentos. Além disso, o tratamento com 95 dias de rebrota e 40 g de melão apresentou menores valores de pH (3,93). Silagens com 65 dias de rebrota e 0 g de melão apresentaram maior valor de nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) em relação aos outros tratamentos.

Silagens com idade de rebrota de 80 e 95 dias aditivadas apresentaram menores PMS em relação às de 65 dias. Além do mais, silagens de 65 dias com e sem aditivo, apresentaram maiores perdas de gás (94,99 kg/tMV) em relação aos outros tratamentos, e apresentaram menores valores de produção de efluentes (44,45 kg/tMV). Silagens de 95 dias de rebrota apresentaram maior recuperação de matéria seca (943,25 g/kg) e menor densidade (662,24 kg/cm<sup>3</sup>) em relação aos outros tratamentos.

Tabela 8: Parâmetros fermentativos das silagens do capim-zuri com três idades de rebrota (65, 80 e 95 dias) e três níveis de inclusão de melão em pó (0, 20 e 40 g)

Itens	Intervalo de corte (dias)				Média	EPM	<i>P-valor</i>		
	Melão	65	80	95			Idade	Melão	I * m
pH	0	5,17 Aa	5,05 Aa	4,61 Ba	4,94	0,067	< 0,0001	< 0,0001	0,0023
	20	5,02 Aa	4,90 Aa	4,33 Bb	4,75				
	40	4,22 Ab	3,91 Bb	3,93 Bc	4,02				
	<b>Média</b>	4,80	4,62	4,29					
N-NH <sub>3</sub>	0	10,61 Aa	6,04 Ba	3,25 Ca	6,64	0,298	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
	20	4,58 Ab	4,73 Ab	1,93 Ba	3,74				
	40	3,12 Ac	2,75 Ac	2,13 Ab	2,67				
	<b>Média</b>	6,10	4,51	2,44					
PMS g/kg	0	141,98	68,45	69,53	93,32	5,843	< 0,0001	0,356	0,755
	20	138,02	59,48	47,99	81,83				
	40	152,24	66,54	52,73	90,50				
	<b>Média</b>	144,08 A	64,82 B	56,75 B					
PG g/kg	0	98,41	16,47	9,14	41,34 A	2,200	< 0,0001	0,0122	0,8205
	20	91,29	7,40	5,57	34,75 AB				
	40	95,27	10,97	7,23	37,82 B				
	<b>Média</b>	94,99 A	11,61 B	7,31 C					
PE (kg/tMV)	0	42,58	52,51	59,97	48,35	2,903	0,0167	0,6532	0,1698
	20	48,68	49,54	41,70	46,64				
	40	42,10	51,93	44,85	46,29				
	<b>Média</b>	44,45 B	51,33 A	45,51 A					
RMS g/kg	0	858,02	931,55	930,47	906,68	5,843	< 0,0001	0,3654	0,7556
	20	861,98	940,52	952,01	918,17				
	40	847,76	933,46	947,27	909,50				
	<b>Média</b>	855,92 B	935,18 B	943,25 A					
DENS kg/cm <sup>3</sup>	0	759,25	667,68	606,78	677,90 C	11,333	< 0,0001	< 0,0001	0,1872
	20	760,28	759,00	663,51	727,59 B				
	40	804,53	788,94	716,45	769,97 A				
	<b>Média</b>	774,69 A	738,54 A	662,24 B					

pH: Potencial hidrogeniônico; N-NH<sub>3</sub>: Nitrogênio amoniacal; PMS: Perda de matéria seca; PG: Perda por gases; PE: Perda por efluentes; RMS: Recuperação de matéria seca; DENS: Densidade da silagem. Médias seguidas por letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna distintas diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05). EPM = erro padrão da média; P. idade = efeito da idade de rebrota; P. melão = efeito do melão, I \* m = Efeito da interação da idade de rebrota e nível de melão.

Nos resultados da cinética da degradação *in vitro* (Tabela 9), observou-se interação ( $P < 0,05$ ) entre idade de rebrota e níveis de melaço para volume de gás da fração de rápida degradação (A), da fração lenta (D), das taxas de degradação lenta ou fibrosa (E), rápida (B), e o tempo da fermentação (LAG).

A fração A apresentou maior volume de gás nas silagens com 65 dias de rebrota sem aditivo (3,53 mL/100g MS), e com 95 dias de rebrota com 40 g de melaço (4,33 mL/100g MS). Menor taxa de degradação da fração rápida foi observado nas silagens com 65 e 80 dias de rebrota sem aditivo. Maior volume de gás da fração lenta (D) foi observado nas silagens com 95 dias aditivadas com 40 g de melaço (29,97 mL/100 g MS) com menor taxa de degradação (0,01%/hora) e tempo da colonização (0,01 horas).

Nas figuras 2-A e 2-B, observa-se uma correlação entre a idade de rebrota e níveis de melaço em relação a produção de gás e o tempo de fermentação das silagens no trato digestivo. Portanto, silagens com 95 dias de rebrota apresentaram maior volume de gás em menor tempo de fermentação.

Tabela 9: Cinética da degradação in vitro das silagens do capim-zuri com três idades de rebrota (65, 80 e 95 dias) e três níveis de melação em pó (0, 20 e 40 g)

Itens	Intervalo de corte (dias)					EPM	Idade	P-valor	
	Melaço	65	80	95	Média			Melaço	I * m
A	0	3,53 Aa	2,78 Bb	2,18 Cc	2,83	0,099	0,3831	< 0,0001	< 0,0001
	20	2,71 Ac	2,31 Bc	2,55 Ab	2,52				
	40	3,09 Cb	3,91 Ba	4,33 Aa	3,78				
	<b>Média</b>	3,11	3,00	3,02					
B	0	0,08 Ba	0,08 Bc	0,11 Aa	0,09	0,006	< 0,0001	< 0,0001	0,0043
	20	0,10 Ca	0,15 Aa	0,13 Ba	0,13				
	40	0,10 Aa	0,12 Ab	0,12 Aa	0,11				
	<b>Média</b>	0,09	0,12	0,12					
LAG	0	5,27 Aa	5,99 Aa	6,66 Aa	5,97	0,530	0,0082	< 0,0001	< 0,0049
	20	5,63 Aa	5,35 Aab	3,38 Bb	5,63				
	40	4,20 Aa	3,79 Ab	0,01 Bc	3,00				
	<b>Média</b>	5,03	5,04	3,68					
D	0	8,28 Bb	10,37 Aa	7,32 Cb	8,66	0,219	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
	20	9,07 Aa	9,55 Ab	7,64 Bb	8,75				
	40	8,09 Bb	8,48 Bc	9,97 Aa	8,85				
	<b>Média</b>	8,48	9,47	8,31					
E	0	0,02 ABa	0,01 Bb	0,03 Aa	0,02	0,002	0,7394	0,0002	< 0,0001
	20	0,02 Ba	0,03 Aa	0,03 Aba	0,03				
	40	0,02 ABa	0,02 Ab	0,01 Bb	0,02				
	<b>Média</b>	0,02	0,02	0,02					
R <sup>2</sup>	0	0,99 Aa	0,98 Bb	0,99 Aa	0,99	-	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
	20	0,99 Aa	0,99 Aa	0,99 Aa	0,99				
	40	0,99 Aa	0,99 Aa	0,94 Bb	0,97				
	<b>Média</b>	-	-	-					

(A): Volume de gás produzido da fração rápida e/ou solúvel – (mL/100mg MS incubada); (B): Taxa de degradação rápida e/ou solúvel – (%/hora); (LAG): Tempo de colonização (horas); (D): Volume de gás produzido da fração lenta e/ou fibrosa – (mL/100 mg MS incubada); (E): Taxa de degradação da fração lenta e/ou fibrosa – (%/hora); (R<sup>2</sup>): Coeficiente de determinação. Médias seguidas por letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna distintas diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05). EPM = erro padrão da média; P. idade = efeito da idade de rebrota; P. melação = efeito do melação, I \* m = Efeito da interação da idade de rebrota e nível de melação.

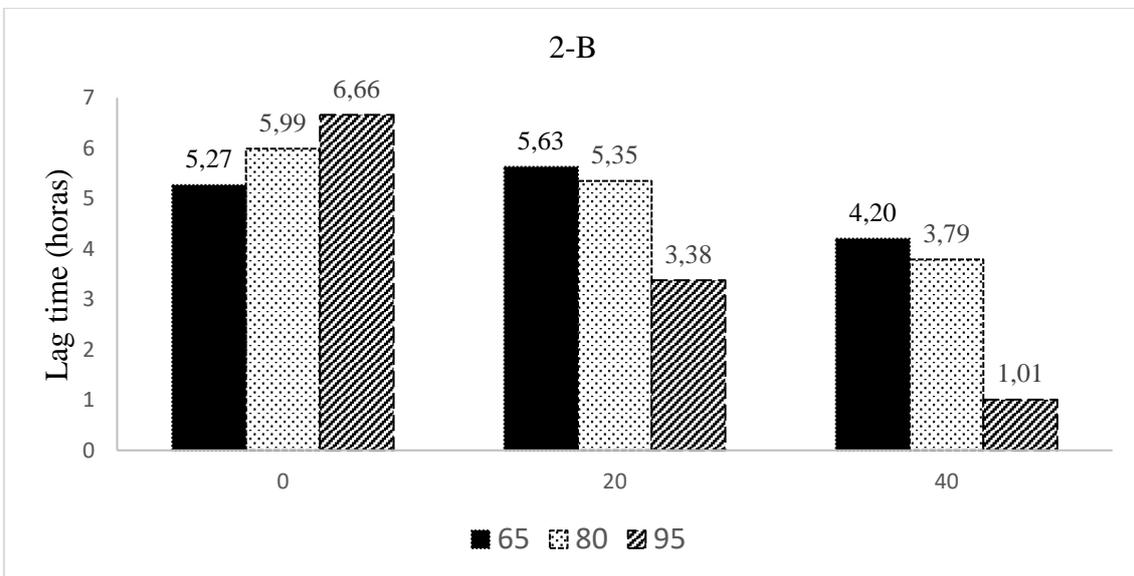
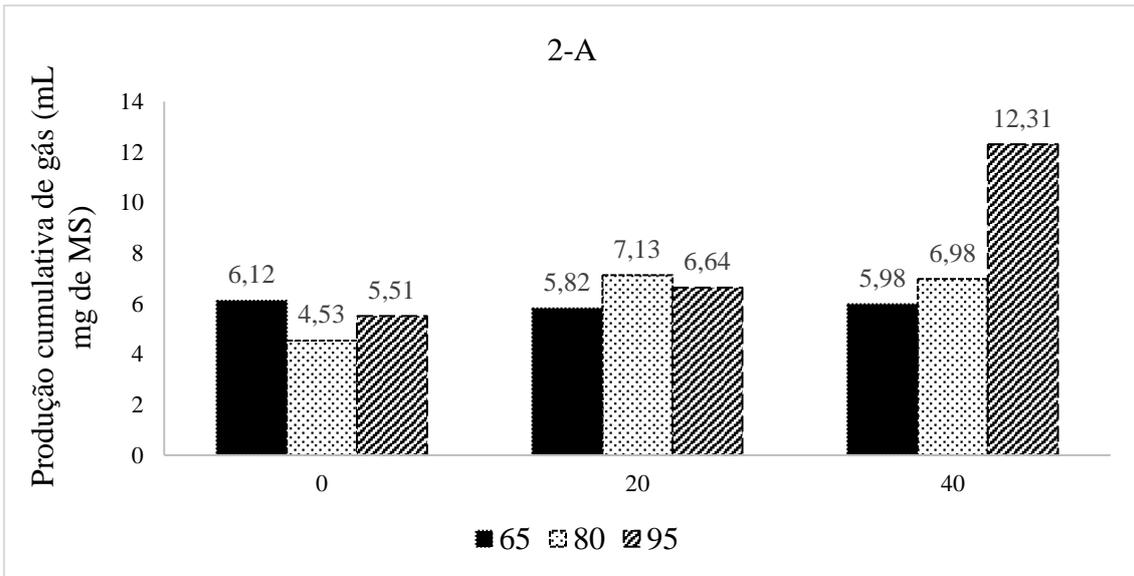


Figura 2: Produção cumulativa de gases (A) e tempo de desaparecimento das partículas (B) *in vitro* das silagens do capim-zuri em três idades de rebrota (65, 80 e 95 dias) e três níveis de inclusão de melão em pó (0, 20 e 40 g)

## 6. DISCUSSÃO

O aumento significativo ( $P < 0,05$ ) de MS nas silagens com maior idade (95 dias) com adição do melaço, pode estar relacionado ao avanço do crescimento do capim-Zuri e do efeito positivo da inclusão de melaço. Os teores de MS e de fibras aumentam quando as forrageiras atingem o estágio da maturação, reduz o número de folhas e o conteúdo celular e, conseqüentemente, seu valor nutricional (Santos et al., 2014; Garcez et al., 2016).

Apesar dos teores de MS do material antes da ensilagem (Tabela 4) nas três idades de rebrota ficarem abaixo do recomendado por Jobim (2007), o melaço de cana em pó por ser rico em MS e carboidrato solúvel, pode ter contribuído na melhoria no valor nutricional e preservação das silagens (Bernardes et al. 2013; Desta et al., 2016), uma vez que pode aumentar o teor de MS da silagem (Tabela 6) e estimular o crescimento de bactérias lácticas, melhorando os parâmetros da fermentação (Tabela 8). Tais eventos podem ter contribuído com a melhoria da qualidade nutricional da silagem produzida com capim colhido aos 95 dias e aditivada com 40 g/kg de melaço, uma vez que a digestibilidade *in vitro* foi maior (Tabela 7), refletindo na maior degradação *in vitro* (Figura 2-A).

O teor de MS do capim-zuri aos 95 dias de rebrota (Tabela 4), apresentou pouca variação às recomendações de Jobim et al. (2007). Os quais consideram desejáveis teores de MS na ensilagem variando entre 250 a 350 g/kg (MS). Desta maneira, valores abaixo desse intervalo podem resultar em ação de microrganismos indesejáveis, comprometendo a qualidade da silagem. Assim como teores altos de MS podem dificultar a compactação do material ensilado, permitindo a presença de oxigênio na massa ensilada e da mesma forma favorecendo fermentações indesejáveis.

Oliveira et al. (2014), observaram aumento de MS (606, 20 g/kg) nas silagens sem aditivo de capim-mombaça aos 70 dias de rebrota, valores superiores aos observados no presente experimento nas três idades. Vasconcelos et al. (2009), nas silagens do capim-mombaça aos 65 dias de rebrota, observaram 242,20 g/kg de MS, valores esses superiores aos observados neste estudo nas silagens de 65 e 80 dias de corte com e sem aditivo, e inferior aos de 95 dias de corte com melaço.

O aumento de FDN, FDA e lignina em função do avanço da idade (Tabela 4) era esperado, visto que, no crescimento da planta, há alongamento dos colmos e aparecimento de novas folhas, e na fase de maturação, reduz as folhas e perfilhamento basilar, apresentando maior taxa de senescência (Santos et al. 2011). Portanto, quanto menor

idade da planta, menor é a quantidade dos conteúdos da parede celular e maior é o conteúdo celular, e na maior idade, aumenta os constituintes da parede celular, e reduzindo o conteúdo celular (Van Soet et al., 1991; Oliveira et al., 2014a). Tais mudanças nas características físicas da planta, provavelmente, refletiu nos resultados de densidade das silagens (Tabela 8), onde observou-se maiores valores para as silagens com menor idade de rebrota (65 dias).

A redução dos teores de FDN e FDA nas silagens aditivadas em relação as não aditivadas (Tabela 6), pode ser atribuída à composição química do melaço (fonte não fibrosa), o que pode promover a diluição e a redução dos conteúdos fibrosos das silagens (Muck & Kung, 1997). Portanto, os teores apresentaram ligeira variação com os valores recomendados por Velho et al. (2006), os quais afirmam que a forrageira conservada deve apresentar teores de FDN entorno de 370 a 500 g/kg, para acelerar a taxa da digestão e melhorar o desempenho animal.

A redução de PB nas silagens com 80 e 95 dias de rebrota em relação aos de 65 dias, pode estar associada ao aumento de constituintes fibrosos nessas idades, tornando a parede celular lignificada e aumento na proporção de colmo (Ribeiro Jr, 2014). Com adição de melaço de cana, melhorou os teores de PB em todas as silagens, e apresentaram pouca variação com o recomendado por Van Soest (1994), teores de 60 g/kg de PB são ideais para atividades microbianas em acelerar a fermentação ruminal e degradação da fibra.

Burrenok et al. (2012), observaram redução de FDN e FDA nas silagens de capim-napier aditivadas com 50 g de melaço. Garcez et al. (2016), reportaram a redução de PB em capim-colonião em função do aumento de idade de rebrota. Oliveira et al. (2014); Santos et al. (2014) e Vasconcelos et al. (2009), em capim-mombaça aos 70 e 65 dias de rebrota, observaram valores de PB de 54,5, 70,7 e 50,0 g/kg, respectivamente. Pires et al. (2009), reportaram teores de PB de 60 g/kg em capim-Napier aos 80 dias de rebrota.

A composição química das silagens do capim-Zuri aos 95 dias de rebrota aditivadas com 40 g de melaço apresentou melhores valores nutricionais (Tabela 6) com uma ligeira variação nos valores encontrados por Santos et al. (2014) e Vasconcelos et al. (2009) em relação às silagens sem adição de melaço nos três rebrota.

A redução da digestibilidade *in vitro* (Tabela 7), nas silagens com maiores idades em relação às de menor idade, pode se relacionar com maiores teores de FDN e FDA, e menores valores de PB (Tabela 4) do material antes da ensilagem. Os teores de FDN e FDA estão diretamente relacionadas com a digestibilidade e a quantidade de conteúdos

fibrosos, e o seu aumento resultam em menor digestibilidade dos alimentos (Cavalcanti et al., 2016; Rosa et al., 2004). Portanto, o melaço proporcionou a degradação das fibras, influenciando a digestibilidade das silagens aditivadas em relação as não aditivadas.

O valor nutritivo de gramíneas tropicais reduz com o amadurecimento fisiológico, e aumenta os conteúdos fibrosos e a lignina, reduzindo as concentrações de PB e conteúdo celular, interferindo na digestibilidade *in vitro* da MS (Neel et al., 2016; Santos et al., 2012; Simoni et al., 2014). A redução da digestibilidade e da PB em gramíneas tropicais se relacionam com o aumento na proporção de colmo da planta (Ribeiro Jr, 2014).

Stabile et al. (2010), observaram 449,50 g/kg de DIVMS em capim-mombaça e 490,50 g/kg em capim-massai colhidos aos 90 dias de diferimento. Oliveira et al. (2014), reportaram variação da DIVMS de 554,50 g/kg para 460,10 g/kg nas silagens de capim-mombaça aos 70 dias de rebrota, valores esses inferiores aos obtidos no presente estudo nas três idades de corte. Zhao et al. (2019), observaram aumento nos teores de MS, da digestibilidade *in vitro* de MS e FDN em todas silagens aditivadas com melaço.

A redução do pH nas silagens com maior idade e aditivadas em relação aos de 65 e 80 dias sem aditivo (Tabela 8), pode ser atribuída pelo aumento dos teores da matéria seca e eficiência do melaço em estimular a fermentação, e altos valores nas silagens com menores idades e sem aditivo, podem ser influenciados pela baixa concentração de carboidratos solúveis e dos baixos teores de matéria seca dos capins tropicais (Silva et al., 2015), promovendo fermentações indesejáveis e menor queda de pH.

Os valores de pH (4,29) das silagens com 95 dias e 40 g de melaço (Tabela 8), podem ser considerados ideais e estão de acordo com recomendados por McDonald et al. (1991), que indicaram que o pH nas silagens de boa conservação deve ser de 3,5 a 4,2, em gramíneas pode atingir aos 4,5. Portanto, valores baixos de pH indicam alta produção de ácido lático, redução na produção de outros ácidos indesejáveis, e redução na proteólise (Van Soest, 1994; Muck, 1996). Tal resultado, provavelmente, é reflexo da adição de carboidratos fermentescíveis proveniente da adição do melaço no nível 40 g/kg no material no momento da ensilagem, independente da idade de rebrota.

Da mesma forma, Desta et al. (2016), observaram o valor de pH menor de 4,5 nas silagens de capim-napier aditivadas com 40 g de melaço. Também Zhao et al., (2019), observaram redução de pH e teores de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) em todas silagens aditivadas com melaço.

A redução da concentração de nitrogênio amoniacal nas silagens com maior idade e aditivadas em relação as de menor idades e sem aditivo, pode ser o resultado da baixa atividade de *Clostridium*, e estabilidade na fermentação das silagens, e alta porcentagem nas silagens com menor idade e sem aditivo, pode se atribuir ao maior teor de umidade na massa ensilada. De acordo com McDonald et al. (1991), a baixa estabilidade durante a fermentação das silagens, resulta na degradação extensiva de aminoácidos em amônia, CO<sub>2</sub> e aminas, proporcionando o aumento nos teores de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>).

As porcentagens de nitrogênio amoniacal corroboram com as recomendadas por McDonald et al. (1991) e Costa et al. (2016), segundo os autores, as silagens são de boa preservação, quando as concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) forem menores de 10 % da MS. Segundo Pires et al. (2013), os teores de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) indicam a quantidade de proteína e nitrogênio degradada durante a fermentação. Outros resultados similares a estes, foram reportados por Brant et al. (2017), em capim-roxo aos 60 dias o nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) de 4,29%; Santos et al. (2014), em capim-mombaça aos 65 dias o nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) de 6,17 %; Santos et al. (2011), em capim-braquiária aos 60 dias o nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) de 10,21 %; Vasconcelos et al. (2009), em capim-mombaça aos 65 dias, o teore nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) foi 6,65 %; Li et al. (2014), em silagens de capim-rei aditivadas com 20 g de melaço, observaram eficiência na redução dos teores de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) em relação as silagens não aditivadas.

As maiores perdas de MS e por gás nas silagens com 65 dias, podem ser atribuídas por excesso de umidade e menores teores de MS nessa idade, o que podem condicionar fermentações indesejáveis afectando a qualidade das silagens. Perdas oriundas do teor de umidade na maioria das vezes ocorrem na fase inicial da ensilagem (McDonald et al., 1991). As perdas de MS e efluente podem exceder 10 % se o material ensilado conter alto teor de umidade, se os teores de MS variarem de 25 a 35 %, as perdas podem ser de baixa significância (Woolford, 1984).

O aumento de produção de efluentes nas silagens com maiores idades, pode ser atribuído à menor densidade de compactação do material nessas idades, devido aos altos teores de fibra e lignina. Maior densidade e compactação do silo, melhora a conservação de carboidratos solúveis e conteúdos proteicos da silagem, reduz a concentração de O<sub>2</sub>, reduz perdas por gases, efluentes e matéria seca (Sucu et al., 2016; Neumann et al., 2009), e a redução dos teores de carboidratos solúveis em função ao ananço da idade, e aumento

da proção fibrosa da forrageira, pode dificultar a compactação do material no silo, facilitando assim a presença de O<sub>2</sub> na massa ensilada (Silva et al., 2015).

As menores perdas de MS com o avanço das idades, pode ser atribuída ao aumento no teor de matéria seca, o qual é influenciado pela idade fisiológica da planta, onde há redução dos teores de carboidratos solúveis (Santos et al., 2014; Silva et al., 2015), e do efeito positivo do melaço nas silagens. A redução da densidade em função as idades, pode ser atribuída aos maiores tamanhos das partículas do material ensilado com essas idades de rebrota, que apresentavam maiores frações fibrosas, o que dificulta a compactação do material (Silva et al., 2015). Porém, os valores estiveram de acordo com a recomendação (maior de 550 kg/m<sup>3</sup>) de Ruppel et al. (1995).

Baixa densidade indica maior circulação do ar residual na massa, causando maior período de liberação de CO<sub>2</sub> e perda de MS, maior consumo de carboidratos solúveis, baixa velocidade na produção de ácidos orgânicos e maiores valores de pH no produto final (McDonald et al., 1991). Portanto, as gramíneas tropicais são susceptíveis às perdas por conta de baixo teor de MS, alta umidade e baixo teor de carboidrato solúveis (Silva et al., 2015).

Bolsen et al., (1996); Desta et al., (2016), adição de melaço nas silagens para além do aumento nos teores de MS e PB, também reduz as perdas. Santos et al (2014) e Negrão et al. (2016), observaram redução nas perdas por gases, por efluente e melhoria na RMS nas silagens de capim-mombaça e *capim-brachiaria* em todas as idades de rebrota. Também Zhao et al. (2019), reportaram menores perdas de MS e por gases nas silagens aditivadas com melaço, cenário este observado no presente estudo sobre a RMS, redução das perdas por gás, e pouca redução de perdas por efluentes.

Observou-se uma correlação positiva entre as frações (solúvel e fibrosa) e a DIVMS (Tabela 9 e Figura 2-A), tendo se observado maior volume de gás nas silagens confeccionadas com 95 dias de rebrota, o que pode ser explicado pelo aumento da MS e pela eficiência do melaço (Bolsen et al., 1996).

Como o volume de gás produzido depende da composição do alimento, pode se observar na figura 2-A, que silagens com 95 dias de rebrota e aditivadas com 40 g de melaço apresentaram maior volume (12,31 mL/100 mg MS) em relação as de menores idades com 0 e 20 g de melaço, o que pode ser atribuído ao efeito positivo do melaço em fermentar rapidamente (Nogueira et al., 2006).

Silva et al. (2014), observaram maiores volumes de gás nas silagens mais digestíveis e nas frações fibrosas, explicando-se que quanto maior a degradabilidade das

fibras, maior é o consumo. Guimarães Jr. et al. (2008) reafirma que as forrageiras mais fermentáveis ou digestíveis apresentam altas taxas de produção de gás, resultando maior fermentação do material em menor tempo de incubação.

Como a digestibilidade depende do tempo que a dieta pode permanecer no trato digestivo para ser fermentada (Robles et al., (1981), pode se observar na fig. 2-B, o menor tempo de colonização (0,01 horas) nas silagens com maior idade e aditivadas com 40 g de melaço, o que pode ser o efeito do melaço em estimular o crescimento bacteriano na colonização (Rodrigues et al., 2012). Portanto, a redução do tempo de colonização (lag) é influenciada pelo tipo de substrato utilizado na fermentação e pelas características físicas e químicas da parede celular do alimento (Tomich et al., 2003).

Monção et al. (2019) e Vasconcelo et al. (2009), observaram redução da fração solúvel, fibrosa e a taxa de degradação fibrosa nas silagens de capim-açu e mombaça em todas as idades estudadas, o mesmo que se observou no presente experimento para fração solúvel, e diferente na fração fibrosa em todas as idades de rebrota.

As taxas de degradação da fração solúvel apresentaram uma ligeira variação de 0.09 na menor idade para 0.12 %/h nas maiores idade, e 40 g de melaço apresentou valor médio de 0.11 %/h, sendo maiores taxas em relação as da fracção fibrosa que se manteram constante (0.02 %/h) nas três idades, o que pode explicar ser a fração mais degradada em relação a fração solúvel.

Vans Soest (1994), os carboidratos não fibrosos estão à disposição a degradação microbiana e apresentam rápida taxa de fermentação, enquanto os carboidratos fibrosos precisam serem colonizados pelos microrganismos para serem degradados, tornando se lenta fermentação. O comportamento semelhante ao presente experimento, foi reportado por Oliveira et al., (2017); Silva et al. (2014) e Rodrigues et al. (2012), onde as maiores taxas de degradação foram das frações não fibrosas em relação as da fração fibrosa.

## **7. CONCLUSÃO**

O capim-zuri cortado entre 80 e 95 dias de rebrota para a produção de silagem, com a inclusão de 40 g de melaço em pó na ensilagem, apresenta melhores características fermentativas, nutricionais e aumento na digestibilidade *in vitro* das silagens.

O capim-zuri a partir dos 80 dias de rebrota pode ser cortado para produção de silagem, idade essa que se pode equilibrar entre a quantidade e a qualidade nutricional da massa de forragem produzida.

O melaço em pó na ensilagem de capim, pode ser utilizada a partir de 20 g/kg na massa ensilada, porém, pode não ser suficiente para melhorar as características fermentativas e nutricionais das silagens.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, I. V. O.; Pires, A. J. V.; Carvalho, G. G. P., Veloso, C. M., & Bonomo, P. (2010). Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo coprodutos agrícolas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 2578 – 2588.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17<sup>th</sup> ed., v.I e II, Gaithersburg, MD, USA.
- Ávila, C. L. S., Pinto, J. P., Figueiredo, H. C. P., Morais, A. R., Pereira, O. G., & Schwan, R. F. (2009). Estabilidade aeróbia de silagens de capim-mombaça tratadas com *Lactobacillus buchneri*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 38, 779-787.
- Ávila, C. L. S., Pinto, J. C., Tavares, V. B., & Santos, Í. P. A. (2006). Avaliação dos conteúdos de carboidratos solúveis do capim-tanzânia ensilado com aditivos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 648-654.
- Bender, S. E. (2017). Vitrine de forrageiras. In: Zanela, M.B., Dereti, R.M. (Ed). *Boas práticas agropecuárias na produção de leite: da pesquisa para o produtor*. Embrapa Clima Temperado, 15-38.
- Bernardes, T. F.; Souza, N. S. D. S. de., Silva, J. S. L. P. da., Santos, I. A. P., Faturi, C., & Domingues, F. (2013). Uso de inoculante bacteriano e melaço na ensilagem de capim-elefante. *Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 56, 173-178.
- Bolsen, K. K., Lin, C., Brent, B. E., & Gadeken, D. (1992). Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *Journal of Dairy Science*, 75, 3066-3083.
- Bolsen, K. K., Ashbell, G., & Weinberg, Z. G. (1996). *Silage Fermentation and Silage Additives*. Feed Conservation Laboratory, Agricultural Research Organization, the Volcani center, Bet Dagan 50250, Israel. *AJAS*, 9, 483-493.
- Borreani, G., Tabacco, E., Schmidt, R. J., Holmes, B. J., & Muck, R. E. (2018). Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science*, 101, 3952–3979. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13837>.
- Brant, L. M. S., Pimentel, P. R. S., Rigueira, J. P. S., Alves, D. D., Carvalho, M. A. M., & Alves, W. S. (2017). Fermentative characteristics and nutritional value of elephant grass silage added with dehydrated banana peel. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 39, 123-129.

- Blümmel, M., Steingab, H., & Becker, K. (1997). The relationship between in vitro gas production, in vitro microbial biomass yield and N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *Br. J. Nutr.*, 77, 911-921.
- Bureenok, S., Yuangklang, C., Vasupen, K., Schonewille, J. T., & Kawamoto, Y. (2012). The Effects of Additives in Napier Grass Silages on Chemical Composition, Feed Intake, Nutrient Digestibility and Rumen Fermentation. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 25, 1248-1254.
- Cavalcanti, A. C., Saliba, E. de O. S., Gonçalves, L. C., Rodriguez, N. M., Borges, I., & Borges, A. L. da C. C. (2016). Consumo e digestibilidade aparente do feno de *andropogon gayanus* colhido em três idades diferentes. *Cienc. anim. bras.*, Goiânia, 17, 482-490. DOI: 10.1590/1089-6891v17i4i16026
- Costa, R. F., Pires, D. A. D. A., Moura, M. M. A., Sales, E. C. J. D., Rodrigues, J. A. S., & Rigueira, J. P. S. (2016). Agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional values of silage. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38, 127-133.
- Desta, S. T., Yuan, X., Li, J., & Shao, T. (2016). Ensiling characteristics, structural and nonstructural carbohydrate composition and enzymatic digestibility of Napier grass ensiled with additives. *Bioresource Technology*, 221, 447-454. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.09.068>
- Embrapa Gado de Corte. (2014). BRS Zuri *Panicum maximum*. BRS Zuri, produção e resistência para a pecuária. Fôlder/Folheto/ Cartilha (INFOTECA-E). Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte.  
Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/989349>.  
Acessado em: 20/02/2021.
- Euclides, V. P. B., Carpejani, G. C., Montagner, D. B., Nascimento Junior, D., Barbosa, R. A., & Difante, G. S. (2018). Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. *Grass and Forage Science*, 73, 174-182.
- Ferrari Junior, E., Paulino, V. T., Possenti, R. A., & Lucenas, T. L. (2009). Aditivos em silagem de capim-elefante paraíso (*Pennisetum hybridum* cv. Paraíso). *Archivos de Zootecnia*, 58, 185-194.
- Garcez, B. S., Alves, A. A., Araújo, D. L. C., Lacerda, M. S. B., Sousa, L. G. C., & Carvalho, L. F. (2016). Degradabilidade ruminal do capim colônia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Colônia) em três idades pós-rebrota. *Acta Veterinária Brasilica*, 10, 130-134.

- Guareschi, R. F., Brasil, R. B., Perin, A., & Ribeiro, J. M. M. (2010). Produção de silagem de híbridos de milho e sorgo sem nitrogênio de cobertura em safra de verão. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, 40, 541-546.
- Guimarães Junior, R., Gonçalves, L. C., Maurício, R. M., Pereira, L. G. R., Tomich, T. R., Pires, D. A. A.; Jayme, D. G., & Sousa, L. F. (2008). Cinética de fermentação ruminal de silagens de milheto. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60, 1174-1180.
- Holden, L. A. (1999). Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility fortens feeds. *Journal of Dairy Science*, 82, 1791–1794.
- Jank, L., Valle, C. B., & Resende, R. M. S. (2011). Breeding tropical forages. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 11, 27-34.
- Jobim, C., Nussio, L., Reis, A. R., & Schmidt, P. (2007). Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36: 101-119.
- Kung Junior. L., Shaver, R. D., Grant, R. J., & Schmidt, R. J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101, 4020-4033. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>.
- Li, M., Zi, X., Zhoua, H., Houa, G., & Cai, Y. (2014). Effects of sucrose, glucose, molasses and cellulase on fermentation quality and in vitro gas production of king grass silage. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 206–212. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.06.016>.
- Lima Junior, D. M., Rangel, A. H. N., Urbano, S. A., Oliveira, J. P. F., & Maciel, M. V. (2014). Silagem de gramíneas tropicais não graníferas. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, 10, 01-11.
- Liu, Q., Zhang, J., Shi, S., Sun, Q. (2011). The effects of wilting and storage temperatures on the fermentation quality and aerobic stability of stylo silage. *Animal Science Journal*, 82, 549-553.
- Maranhão, C. M. A., Bonom, P., Pires, A. J. V., Costa, A. C. P. R, Martins, G. C. F., & Cardoso, E. O. (2010). Características produtivas do capim-braquiária submetido a intervalos de cortes e adubação nitrogenada durante três estações. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 32, 375-384.
- Macêdo, A. J. S., Santos, E. M., Araújo, G. G. L. de., Edvan, R. L., Oliveira, J. S. de., Perazzo, A. F., Sá, W. C. C. dos S., & Pereira, D. M. (2018). Silages in the form of diet based

- on spineless cactus and buffelgrass. *African Journal of Range & Forage Science*, 35, 121-129. DOI: 10.2989 / 10220119.2018.1473494
- Mcdonald, P., Henderson, A. R., & Heron, S. (1991) *The biochemistry of silage*. 2ed. Marlow: Chalcombe Publicatins, 340.
- Mello, R. (2004). Silagem de milho, sorgo e gramíneas tropicais. *Revista Eletrônica Nutritime*, 1, 48-58.
- Monção, F. P., Costa, M. A. M. S., Rigueira, J. P. S., Maura, M. M. A., Rocha Junior, V. R. R., Gomes, V. M., Leal, D. B., Maranhão, C. M. A., Alburquerque, C. J. B., & Chamone, J. M. A. (2019). Rendimento e valor nutricional do capim-BRSCapiaçu em diferentes idades de rebrota. Produtividade e valor nutricional do Capim-Elefante cv. BRSCapiaçu em diferentes idades de rebrota. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 40, 2045-2056. DOI: 10.5433 / 1679-0359.2019v40n5p2045.
- Muck, R. E., & Kung, L. (1997). Effects of silage additives on ensiling. In: *SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK*, Ithaca, 1997. Proceedings... Ithaca: NRAES, 1997, 187-199.
- Muck, R. E. (2010). Microbiologia silagem e seu controle por meio de aditivos (supl. especial). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 183- 191.
- Negrão, F. de M., Zanine, A. de M., Souza, A. L. de., Cabral, L. da S., Ferreira, D. de J., & Dantas, C. C. O. (2016). Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim *Brachiaria decumbens* com inclusão de farelo de arroz. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, 17, 13-25. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402016000100002>.
- Neel, J. P. S., Felton, E. E. D., Singh, S., Sexstone, A. J., & Belesky, D. P. (2016). Open pasture, silvopasture and sward herbage maturity effects on nutritive value and fermentation characteristics of cool- season pasture. *Grass and Forage Science*, 71, 259–269.
- Neumann, M., Restle, J., Mühlbach, P. R. F., Nörnberg, J., Romano, M. A., & Lustosa, S. (2009). Comportamento ingestivo e de atividades de novilhos confinados com silagens de milho de diferentes tamanhos de partícula e alturas de colheita. *Ciência Animal Brasileira*, 10, 462-473.
- Neumann, M., Oliboni, R., Oliveira, M. R., Faria, M. V., Ueno, R. K., Reinerh, L. L., & Durman, T. (2010). Aditivos químicos utilizados em silagens. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, 3, 187-195.
- Nogueira, U. T., Maurício, R. M., & Gonçalves, L. C. (2006). Comparação de substratos com diferentes quantidades de carboidratos solúveis utilizando a técnica in vitro semi-

- automática de produção de gases. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootécnia*, 58, 633-641.
- Oliveira, V. S., Morais, J. A. S., Muniz, E. N., Fagundes, J. L., Lima, I. G. S., Santana, J. S., & Santos, C. B. (2017). Cinética ruminal de forrageiras tropicais submetidas ou não a sistema de irrigação. *Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa*, 74, 195-204. <http://dx.doi.org/10.17523/bia.v74n3p195>.
- Oliveira, E. R., Monção, F. P., Moura, L. V., Gabriel, A. M. A., Góes, R. H. T. B., Lemp, B., & Nascimento, F. A. (2014). Valor nutricional de silagem de capim-mombaça com aditivos agroindustriais. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 35, 1543-1556. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n3p1543.
- Oliveira, E. R., Monção, F. P., Gabriel, A. M. A., Góes, R. H. T. B., Lemp, B., & Moura, L. V. (2014a). Ruminal degradability of neutral detergent fiber of *Cynodon* spp. grasses at four regrowth ages. *Acta Scientiarum. Animal Sciences. Maringá*, 36: 201-208.
- Oliveira, L. B., Pires, A. J. V., Carvalho, G. G. P., Ribeiro, L. S. O., Almeida, V. V., & Peixoto, C. A. M. (2010). Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 61-67. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000100008>.
- Ørskov, E.R. (2002). *Trails and trails in livestock research*. Aberdeen: Garamond, 204.
- Pacheco, W. F., Carneiro, M. S. de S., Pinto, A. P., Edvan, R. L., Arruda, P. C. L. de, & Carmo, A. B. R. do. (2014). Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis crescentes de feno de gliricídia (*Gliricidia sepium*). *Acta Veterinaria Brasilica*, 8, 155-162.
- Pereira, R. C., Banys, V. L., Silva, A. C., & Pereira, R. G. A. (1999). Adição de polpa cítrica peletizada na ensilagem de capim-elefante (*pennisetum purpureum schum*) cv. cameroon. *Revista Uni Alfenas*, 5, 147-152.
- Pires, D. A. A., Rocha Júnior, V. R., Sales, E. C. J., Reis, S. T., Jayme, D. G., Cruz, S. S., & Esteves, B. L. C. (2013). Características das silagens de cinco genótipos de sorgo cultivados no inverno. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 12, 68-77.
- Pires, A. J. V., Carvalho, G., Garcia, R., Carvalho Junior, J. N., Ribeiro, L. S. O., Chagas, D. M. T. (2009). Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 422-427.

- Rêgo, A. C., Oliveira, M. S., & Signoretti, R. D. (2015). Importância do tamanho de partícula e do uso de inoculante bacteriano em silagens. *Revista Colombiana de Ciência Animal*, 7, 88-99.
- Reis, R. A., Ruggieri, A. C., Oliveira, A. A., Azenha, M. V., & Casagrande, D. R. (2012). Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, 13, 642-655. <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-99402012000300005>.
- Ribeiro Junior, G. O, Teixeira, A. M, Velasco, F. O, Faria Junior, W. G., Pereira, L. G. R., Chaves, A. V., Gonçalves, L. C., & Mcallister, T. A. (2014). Production, Nutritional Quality and In vitro Methane Production from *Andropogon gayanus* Grass Harvested at Different Maturities and Preserved as Hay or Silage. *Asian-Australas Journal Animal Sciences*, 27, 330-341.
- Robles, A. Y. , Belyea, R. L., & Martz, F. A. (1981) Intake, digestibility, ruminal characteristics and rate of passage of orchard grass diets fed to sheep. *Journal of Animal Science*, Savoy, 53, 774-779. <https://doi.org/10.2527/jas1981.533774x>
- Rodrigues, R. T. de S., Menezes, D. R., Pereira, L. G. R., Araújo, G. G. L. de., Dantas, F. R., Silva, T. M. (2012). Produção de gases e digestibilidade in vitro de silagens de maniçoba aditivadas com coproduto vitivinícola. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 7, 684-690. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119024993023>
- Rodrigues Júnior, C. T., Carneiro, M. S. de S., Magalhães, J. A., Pereira, E. S., Rodrigues, B. H. N., Costa, N. de L., Pinto, M. do S. de C., Andrade, A. C., Pinto, A. P., Fogaça, F. H. dos S., & Castro, K. N. de C. (2015). Produção e composição bromatológica do capim-Marandu em diferentes épocas de diferimento e utilização. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 36, 2141-2154. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3sup1p2141>.
- Rosa, J. R. P., Silva, J. H. S., Restle, J., Pascoal, L. L., Brondani, I. L., Alves filho, D. C., & Freitas, A. K. (2004). Avaliação do comportamento agrônomo da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, 302-312.
- Ruppel, K. A., Pitt, R. E., Chase, L. E., & Galton, D. M. (1995). Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 78, 141-153.

- Santos, M. V. F., Castro, A. G. G., Perea, J. M., García, A., Guim, A., & Hernández, M. P. (2010). Fatores que afetam o valor nutritivo de silagens de forrageiras tropicais. *Archivos de Zootecnia*, 59, 25-43.
- Santos, M. S. dos., Oliveira, M. E. de., Rodrigues, M. M filho. E. dos S. V., & Neto, J. C. de A. (2012). Estrutura e valor nutritivo de pastos de capins Tanzânia e Marandu aos 22 e 36 dias de rebrota para ovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13, 35-46. <http://www.rbspa.ufba.br>
- Santos, E. M., Pereira, O. G., Garcia, R., Ferreira, C. L. L. F., Oliveira, J. S., Silva, T. C. (2014). Effect of regrowth interval and a microbial inoculant on the fermentation profile and dry matter recovery of guinea grass silages. *Journal of Dairy Science*, 97, 1-10. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7634>.
- Santos, E. M., Pereira, O. G., Garcia, R., Ferreira, C. L. L. F., Oliveira, J. S., Silva, T. C., & Rosa, L. O. (2011). Microbial populations, fermentative profile and chemical composition of signalgrass silages at different regrowth ages. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 747- 755.
- SAS INSTITUTE. (2000). Guide for personal computers. Cary: SAS Institute.
- Schofield, P., Pitt, R. E., & Pell, A. (1993). Kinetics of fiber digestion from in vitro gas production. *Journal Animal Science*. 72, 2980-2991. doi: <https://doi.org/10.2527/1994.72112980x>.
- Silva, C. C. F. da., Bonomo, P., Pires, A. J. V., Maranhão, C. M. de A., Pates, N. M. da S., & Santos, L. C. (2009). Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 657-661.
- Silva, T. C., Santos, E. M., Macedo, C. H. O., Lima, M. A., Azevedo, J. A. G., Pinho, R. M. A., Perazzo, A. F., & Oliveira, J. S. (2014). Cinética de fermentação ruminal in vitro de silagens de híbridos de sorgo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66, 1865-1873. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-6221>
- Silva, M. S. J., Jobim, C. C., Poppi, E. C., Tres, T. T., & Osmari, M. P. (2015). Production technology and quality of corn silage for feeding dairy cattle in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44, 303-313. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902015000900001>.
- Simioni, T. A., Hoffmann, A., Gomes Junior, F., Mousquer, C. J., Teixeira, U. H. G., Fernandes, G. A., Botini, L. A., & Paula, D. C de. (2014). Senescence, removal,

- transport of nutriente sand nutritional value in tropical grasses. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, 8, 1551-1697.
- Smith, D. R., Dilorenzo, N., Leibovich, J., Maio, M. L., Quinn, M. J., Homm, J. W., & Galyean, M. L. (2010). Effects of sulfur and monensin concentrations on in vitro dry matter disappearance, hydrogen sulfide production, and volatile fatty acid concentrations in batch culture ruminal fermentations. *Journal of Animal Science*, 88, 1503–1512.
- Stabile, S. S., Salazar, R. R., Jank, L., Rennó, F. P., & Silva, L. F. P. (2010). Características de produção e qualidade nutricional de genótipos de capim-colonião colhidos em três estádios de maturidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 1418-1428.
- Sucu, E., Kalkan, H., Canbolat, O., & Filya, I., (2016). Effects of ensiling density on nutritive value of maize and sorghum silages. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45, 596-603. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902016001000003>
- Tan, F., & Dalmis, I. S. (2019). Compaction Pressure and Density Profile In Pile-Type Silos. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17, 2745-2754. DOI: [http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702\\_27452754](http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702_27452754).
- Tan, F., Kayisoglu, B., & Okur, E. (2018). Effects of compaction pressure on the temperature distribution in bunker type silage silo. *Indian Journal of Animal Sciences*, 88, 116-120.
- Tomich, T. R., Gonçalves, L. C., Maurício, R. M., Pereira, L. G. R., & Rodrigues, J. A. S. (2011). Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim-sudão. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 55, 747-755. doi:10.1590/S0102-09352003000600012
- Valadares filho, S.C., Machado, P. A. S., & Chizzotti, M. L. (2010). CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 502. [www.ufv.br/cqbal](http://www.ufv.br/cqbal).
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation animal nutrition. *Journal Dairy Science*, 74, 3583–3597.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd ed. Cornell University Press. Ithaca, 476.
- Vasconcelos, W. A., Santos, E. M., Zanine, A. M., Pinto, T. F., Lima, W. C., Edvan, R. L., & Pereira, O. G. (2009). Valor nutritivo de silagens de capim-mombaça (*Panicum*

- maximum* Jacq) colhido em função de idades de rebrotação. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, 10, 874-884.
- Velho, J. P., Mühlbach, P. R. F., Genro, T. C. M., Velho, I. M. P. H., Nörnberg, J. L., Orqis, M. G., & Kessler, J. D. (2006). Alterações bromatológicas nas frações dos carboidratos de silagens de milho safrinha sob diferentes tempos de exposição ao ar antes da ensilagem. Revista Brasileira de Zootecnia., 35: 1621-1628, 2006.
- 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. (2012). Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. Revista Brasileira de Zootecnia, v.41, n.2, p.292-297.
- Xie, Z. L., Zhang, T. F., Chen, X. Z., Li, G. D., & Zhang, J. G. (2012). Effects of maturity stages on the nutritive composition and silage quality of whole crop wheat. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 25, 1374-1380.
- Wilkinson, J. M., & Davies, D. R. (2013). The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. Grass and Forage Science, 68, 1-19.
- Wilkinson, J. M. (2015). Managing silage making to reduce losses. Livestock Science, 20, 280-286. DOI: <https://doi.org/10.12968/live.2015.20.5.280>.
- Wilkinson, J. M., & Muck, R. E. (2019). Ensiling in 2050: Some challenges and opportunities. Grass and Forage Science, 74, 178-187.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12418>.
- Woolford, M. K. (1984). The silage fermentation. New York: Marcel Dekker, 133-211.
- Zenebon, O., Pascuet, J. D., & Tiglea, P. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed.; versão digital. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 1020. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com-remositoy&Itemid=o&func=startdown&id=1> . acesso em: 20/02/2021.
- Zhao, J., Dong, Z., Li, J., Chen, L., Bai, Y., Jia, Y., & Shao, T. (2019). Effects of sugar sources and doses on fermentation dynamics, carbohydrates changes, *in vitro* digestibility and gas production of rice straw silage, Italian Journal of Animal Science, 18, 1345-1355. DOI: 10.1080/ 1828051X.2019.1659106.

## 9. ANEXO

Normas para preparação de trabalhos científicos para publicação na Grass and Forage Science.

### Grass and Forage Science

© John Wiley & Sons Ltd



Edited By: Hugh Dove and Alan Hopkins

Impact Factor: 1.932

ISI Journal Citation Reports © Ranking: 2013: 19/79 (Agronomy)

Online ISSN: 1365-2494

### Author Guidelines

Content of Author Guidelines: 1. General, 2. Ethical Guidelines, 3. Submission of Manuscripts, 4. Manuscript Types Accepted, 5. Manuscript Format and Structure, 6. After Acceptance.

Relevant Document: Colour Work Agreement Form

Useful Websites: Submission Site, Articles published in Grass and Forage Science, Author Services, Wiley Blackwell's Ethical Guidelines, Guidelines for Figures

### General

*Grass and Forage Science* publishes the results of research and development in all aspects of grass and forage production, management and utilization, reviews of the state of knowledge on relevant topics and book reviews. Authors are also invited to submit papers on non-agricultural aspects of grassland management such as recreational and amenity use and the environmental implications of all grassland systems. The Journal considers papers from all climatic zones. Originality is required in papers submitted for publication but this does not preclude the publication of material of a developmental nature.

*Grass and Forage Science* is covered by Wiley Blackwell's Early View service. Early View articles are complete full-text articles published online in advance of their publication in a printed issue. Articles are therefore available as soon as they are ready, rather than having to wait for the next scheduled print issue. Early View articles are complete and final. They have been fully reviewed, revised and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Because they are in final form, no changes can be made after online publication. The nature of Early View articles means that they do not yet have volume, issue or page numbers, so Early View articles cannot be cited in the traditional way. They are therefore given a Digital Object Identifier (DOI), which allows the article to be cited and tracked before it is allocated to an issue. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and

access the article.

Please read the instructions below carefully for details on the submission of manuscripts, the journal's requirements and standards as well as information concerning the procedure after a manuscript has been accepted for publication in *Grass and Forage Science*. Authors are encouraged to visit [Wiley Blackwell's Author Services](#) for further information on the preparation and submission of articles and figures.

### **Note to NIH Grantees**

Pursuant to NIH mandate, Wiley Blackwell will post the accepted version of contributions authored by NIH grant-holders to PubMed Central upon acceptance. This accepted version will be made publicly available 12 months after publication. For further information, see [www.wiley.com/go/nihmandate](http://www.wiley.com/go/nihmandate)

### **Ethical guidelines**

*Grass and Forage Science* adheres to the below ethical guidelines for publication and research.

### **Authorship and Acknowledgements**

**Authorship:** Authors submitting a paper do so on the understanding that the manuscript has been read and approved by all authors and that all authors agree to the submission of the manuscript to the Journal. ALL named authors must have made an active contribution to the conception and design and/or analysis and interpretation of the data and/or the drafting of the paper and ALL must have critically reviewed its content and have approved the final version submitted for publication. Participation solely in the acquisition of funding or the collection of data does not justify authorship and, except in the case of complex large-scale or multi-centre research, the number of authors should not exceed six.

It is a requirement that all authors have been accredited as appropriate upon submission of the manuscript. Contributors who do not qualify as authors should be mentioned under Acknowledgements.

**Acknowledgements:** Under Acknowledgements please specify contributors to the article other than the authors accredited. Please also include specifications of the source of funding for the study. Suppliers of materials should be named and their location (town, state/county, country) included.

### **Ethical Approvals**

All studies using animals should include an explicit statement in the Material and Methods section identifying the review and ethics committee approval for each study, if applicable.

If appropriate, experiments should be carried out in accordance with the Guidelines laid down by the National Institute of Health (NIH) in the USA regarding the care and use of animals for experimental procedures or with the European Communities Council Directive of 24 November 1986 (86/609/EEC) and in accordance with local laws and regulations. The Editor reserves the right to reject papers if there is doubt as to whether appropriate procedures have been used.

## **Source of Funding**

Authors are required to specify the source of funding for their research when submitting a paper. As of 1st March 2008, this information will be a requirement for all manuscripts submitted to the Journal and will be published in the Acknowledgements. Suppliers of materials should be named and their location (town, state/county, country) included.

## **Appeal of Decision**

Authors who wish to appeal the decision on their submitted paper may do so by e-mailing the Editor with a detailed explanation for why they find reasons to appeal the decision.

## **Permissions**

If all or parts of previously published illustrations are used, permission must be obtained from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to obtain these in writing and provide copies to the Publishers.

## **Copyright Transfer Agreement.**

If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper.

## **For authors signing the copyright transfer agreement**

If the OnlineOpen option is not selected the corresponding author will be presented with the copyright transfer agreement (CTA) to sign. The terms and conditions of the CTA can be previewed in the samples associated with the Copyright FAQs below: CTA Terms and Conditions [http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs\\_copyright.asp](http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp)

## **For authors choosing OnlineOpen**

If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the following Creative Commons License Open Access Agreements (OAA):

Creative Commons Attribution License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial -NoDerivs License OAA

To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author Services [http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs\\_copyright.asp](http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp) and visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html>.

If you select the OnlineOpen option and your research is funded by The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) or the Austrian Science Fund (FWF) you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license supporting you in complying with your Funder requirements. For more information on this policy and the Journal's compliant self-archiving policy please visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.

## **SUBMISSION OF MANUSCRIPTS**

Manuscripts should be submitted electronically via the online submission site <http://mc.manuscriptcentral.com/gfs> The use of an online submission and peer review site enables immediate distribution of manuscripts and consequentially speeds up the review process. It also allows authors to track the status of their own manuscripts.

Complete instructions for submitting a paper are available online and below. Further assistance can be obtained from [office@britishgrassland.com](mailto:office@britishgrassland.com).

### **Getting Started**

- Launch your web browser (supported browsers include Internet Explorer 6 or higher, Netscape 7.0, 7.1, or 7.2, Safari 1.2.4, or Firefox 1.0.4) and go to the journal's online Submission Site: <http://mc.manuscriptcentral.com/gfs>
- Log-in or click the 'Create Account' option if you are a first-time user.
- If you are creating a new account.
  - After clicking on 'Create Account', enter your name and e-mail information and click 'Next'. Your e-mail information is very important.
  - Enter your institution and address information as appropriate, and then click 'Next.'
  - Enter a user ID and password of your choice (we recommend using your e-mail address as your user ID), and then select your area of expertise. Click 'Finish'.
- If you have an account, but have forgotten your log in details, go to Password Help on the journals online submission system <http://mc.manuscriptcentral.com/gfs> and enter your e-mail address. The system will send you an automatic user ID and a new temporary password.
- Log-in and select 'Author Center'.

### **Submitting Your Manuscript**

- After you have logged in, click the 'Submit a Manuscript' link in the menu bar.
- Enter data and answer questions as appropriate. You may copy and paste directly from your manuscript and you may upload your pre-prepared covering letter.
- Click the 'Next' button on each screen to save your work and advance to the next screen.
- You are required to upload your files.
  - Click on the 'Browse' button and locate the file on your computer.
  - Select the designation of each file in the drop-down menu next to the Browse button.
  - When you have selected all files you wish to upload, click the 'Upload Files' button.
- Review your submission (in HTML and PDF format) before sending to the Journal. Click the 'Submit' button when you are finished reviewing.

### **Manuscript Files Accepted**

Manuscripts should be uploaded as Word (.doc) or Rich Text Format (.rft) files (not write-protected) plus separate figure files. GIF, JPEG, PICT or Bitmap files are acceptable for submission, but only high-resolution TIF or EPS files are suitable for printing. The files will be automatically converted to HTML and PDF on upload and will be used for the review process. The text file must contain the entire manuscript including title page, abstract, text, references, tables, and figure legends, but no embedded figures. Figure tags should be included in the file. Manuscripts

should be formatted as described in the Author Guidelines below.

### **Suspension of Submission Mid-way in the Submission Process**

You may suspend a submission at any phase before clicking the 'Submit' button and save it to submit later. The manuscript can then be located under 'Unsubmitted Manuscripts' and you can click on 'Continue Submission' to continue your submission when you choose to.

### **E-mail Confirmation of Submission**

After submission you will receive an e-mail to confirm receipt of your manuscript. If you do not receive the confirmation e-mail after 24 hours, please check your e-mail address carefully in the system. If the e-mail address is correct please contact your IT department. The error may be caused by spam filtering software on your e-mail server. Also, the e-mails should be received if the IT department adds our e-mail server (uranus.scholarone.com) to their whitelist.

### **Manuscript Status**

You can access ScholarOne Manuscripts (formerly known as Manuscript Central) anytime to check your 'Author Center' for the status of your manuscript. The Journal will inform you by e-mail once a decision has been made.

### **Submission of Revised Manuscripts**

Revised manuscripts must be submitted within 30 days of authors being notified of the need to revise their paper. Locate your manuscript under 'Manuscripts with Decisions' and click on 'Submit a Revision' to submit your revised manuscript.

### **MANUSCRIPT TYPES ACCEPTED**

**Original Articles:** Full papers or Research Notes may be submitted. Research Notes should not normally exceed 1500 words or their equivalent in length.

**Review Articles:** Review articles are welcomed. They should be of an equivalent length to full papers.

**Book reviews:** Short book reviews of less than 1000 words are commissioned by the Deputy Editor.

### **MANUSCRIPT FORMAT AND STRUCTURE**

Note: Authors submitting papers to *Grass and Forage Science* are strongly urged to read *An international terminology for grazing lands and grazing animals* by the Forage and Grazing Terminology Committee. The article should be used as a guide to the correct use of terminology in grazing studies, and can be accessed for free [here](#).

### **Format**

**Language:** The language of publication is English. Authors for whom English is a second language must have their manuscript professionally edited by an English speaking person before submission to make sure the English is of high quality. It is preferred that manuscripts are professionally edited. A list of independent suppliers of editing services can be found at

[http://authorservices.wiley.com/bauthor/English\\_language.asp](http://authorservices.wiley.com/bauthor/English_language.asp). All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

**Abbreviations, Symbols and Nomenclature:** All numerical data must be presented in System International (SI) units. The 24-hour clock should be used for time. Abbreviations should be used for all units and numerical values should be given in figures except where the number begins a sentence. If a number does not refer to a unit of measurement, it should be spelled out if it is ten or less. Abbreviations may be used for other physical quantities (e.g. DM for dry matter) provided that they are given in full when first mentioned in the paper and are followed by the abbreviation in brackets, e.g. dry matter (DM). Particular attention should be paid to the composition of fertilizers: the abbreviations N, P, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K and K<sub>2</sub>O may be used without definition at the first occurrence, but P should not be used to indicate phosphate (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) nor K to indicate potash (P<sub>2</sub>O). Proportions, rather than percentages, should be used except where there is a scientific convention to use percentages, e.g. cover and germination rate.

## Structure

All manuscripts submitted to *Grass and Forage Science* should include: Abstract, Keywords, Introduction, Materials and methods, Results and Discussion.

**Title Page:** The title page should give the title of the article, the names and initials of each author, the department and institution to which the work should be attributed and the name, address, and the e-mail address of the author for correspondence. The author should also provide up to six keywords to aid indexing.

**Abstract:** should be a brief (not exceeding 200 words) and comprehensive summary of the contents of the manuscript.

## Optimizing Your Abstract for Search Engines

Many students and researchers looking for information online will use search engines such as Google, Yahoo or similar. By optimizing your article for search engines, you will increase the chance of someone finding it. This in turn will make it more likely to be viewed and/or cited in another work. We have compiled [these guidelines](#) to enable you to maximize the web-friendliness of the most public part of your article.

## Main Text of Original Research Article

**Introduction:** The Introduction of the paper should explain briefly the reasons for conducting the investigation and its nature: a full review of the literature is not necessary.

**Material and Methods:** The Materials and methods section of the paper should describe the experimental details so that the study could be repeated.

**Results:** Experimental results should be presented in either tabular or diagrammatic form but not in both forms.

**Discussion:** The Discussion of the results should conclude with a clear statement of their importance and application.

**Acknowledgements:** This must include a statement of the sources of funding used for the work.

## References

References should be made in the text by giving the author's name with the year of publication in round brackets. When reference is made to work by more than two authors, only the first author's name should be given followed by et al. If several papers by the same first or by first authors with the same surname and publishes in the same year are cited, the year of publication should be suffixed by the letters a, b, c etc. All sources quoted in the text should be listed alphabetically by the author's surname in a list of References at the end of the paper. Each reference should be arranged in the appropriate standard form as follows:

HUMPHREYS L. R. (1977) *The evolving science of grassland improvement*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

MOWAT D. J. and CLAWSON S. (1996) Oviposition and hatching of the clover weevil *Sitona lepidus* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae). *Grass and Forage Science*, **51**,418–423.

WILKINS R. J. (1996) Environmental constraints to grassland systems. In: Parente G., Frame J. and Orsi S. (eds) *Grassland and Land Use Systems. Proceedings of the 16th General Meeting of the European Grassland Federation, Grado, Italy, 1996*, pp. 695–703.

Titles of periodical should be given in full but issue numbers within volumes are not required unless each issue is paginated separately.

The editor and publisher recommend that citation of online published papers and other material should be done via a DOI (digital object identifier), which all reputable online published material should have - see [www.doi.org/](http://www.doi.org/) for more information. If an author cites anything which does not have a DOI they run the risk of the cited material not being traceable.

We recommend the use of a tool such as [EndNote](#) or [Reference Manager](#) for reference management and formatting.

EndNote reference styles can be searched for here:

[www.endnote.com/support/enstyles.asp](http://www.endnote.com/support/enstyles.asp)

Reference Manager reference styles can be searched for here:

[www.refman.com/support/rmstyles.asp](http://www.refman.com/support/rmstyles.asp)

## Tables, Figures and Figure Legends

**Tables:** should only be used to clarify important points. Tables must, as far as possible, be self-explanatory. The tables should be on a separate page and numbered consecutively with Arabic numerals.

**Figures:** All graphs, drawings and photographs are considered figures and should be numbered in sequence with Arabic numerals. If all or parts of previously published illustrations are used, permission must be obtained from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to obtain these in writing and provide copies to the Publisher.

## Preparation of Electronic Figures for Publication

Although low quality images are adequate for review purposes, print publication requires high quality images to prevent the final product being blurred or fuzzy. Submit

EPS (line art) or TIFF (halftone/photographs) files only. MS PowerPoint and Word Graphics are unsuitable for printed pictures. Do not use pixel-oriented programmes.

Scans (TIFF only) should have a resolution of at least 300 dpi (halftone) or 600 to 1200dpi (line drawings) in relation to the reproduction size (see below). Please submit the data for figures in black and white or submit a Colour Work Agreement Form (see Colour Charges below). EPS files should be saved with fonts embedded (and with a TIFF preview if possible).

For scanned images, the scanning resolution (at final image size) should be as follows to ensure good reproduction: line art: >600 dpi; halftones (including gel photographs): >300 dpi; figures containing both halftone and line images: >600 dpi.

Further information can be obtained at Wiley Blackwell's guidelines for figures:

<http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>

Check your electronic artwork before submitting it:

<http://authorservices.wiley.com/bauthor/eachecklist.ap>

**Permissions:** If all or parts of previously published illustrations are used, permission must be obtained from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to obtain these in writing and provide copies to the Publisher.

**Colour Charges:** It is the policy of *Grass and Forage Science* for authors to pay the full cost for the reproduction of their colour artwork. Therefore, please note that if there is colour artwork in your manuscript when it is accepted for publication, Wiley Blackwell require you to complete and return a Colour Work Agreement Form before your paper can be published. The form can be downloaded from the link at the top of the page. If you are unable to download the form, please contact the Production Editor at [GFS@wiley.com](mailto:GFS@wiley.com).

Please post or courier all pages of your completed form to: Customer Services (OPI)  
John Wiley & Sons Ltd, European Distribution Centre New Era Estate Oldlands Way  
Bognor Regis West Sussex PO22 9NQ

**Figure Legends:** Each figure should have a legend which makes the material comprehensible without reference to the text and all legends should be typed together on a separate sheet and numbered correspondingly.

## AFTER ACCEPTANCE

### Proof Corrections

The corresponding author will receive an e-mail alert containing a link to a website. A working e-mail address must therefore be provided for the corresponding author. The proof can be downloaded as a PDF (portable document format) file from this site.

Acrobat Reader will be required in order to read this file. This software can be downloaded (free of charge) from the following website:  
[www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html](http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html)

This will enable the file to be opened, read on screen, and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof. Hard copy proofs will be posted if no e-mail address is available; in your absence, please arrange for a colleague to access your e-mail to retrieve the proofs.

Proofs must be returned to the Editor within three days of receipt. Excessive changes made by the author in the proofs, excluding typesetting errors, will be charged separately. Other than in exceptional circumstances, all illustrations are retained by the

publisher. Please note that the author is responsible for all statements made in their work, including changes made by the copy editor.

### **Author Services**

Online production tracking is available for your article through Wiley Blackwell's Author Services. Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more. For more substantial information on the services provided for authors, please see [Wiley Blackwell's Author Services](#).

### **Online Open**

Online Open is available to authors of primary research articles who wish to make their article available to non-subscribers on publication, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley Online Library, as well as deposited in the funding agency's preferred archive. For the full list of terms and conditions, see <http://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen.ap>.

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website.

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

### **Author Material Archive Policy**

Please note that unless specifically requested, Wiley Blackwell will dispose of all hardcopy or electronic material submitted two months after publication. If you require the return of any material submitted, please inform the editorial office or production editor as soon as possible.

### **Offprints and Extra Copies**

Authors can retrieve the final PDF proof of their article via Author Services. Details on Author Services can be found here; <http://authorservices.wiley.com/bauthor>

Additional paper offprints may be ordered online. Please click on the following [link](#), fill in the necessary details and ensure that you type information in all of the required fields. If you have queries about offprints please e-mail [offprint@cosprinters.com](mailto:offprint@cosprinters.com).