

PAULO HENRIQUE HONORATO SALLA

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA E ECONÔMICA DE CULTIVOS DE MILHO E SORGO
EM SUCESSÃO PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

S168e
2018 Salla, Paulo Henrique Honorato, 1991-
Eficiência produtiva e econômica de cultivos de milho e sorgo em
sucessão para produção de silagem / Paulo Henrique Honorato Salla. -
Viçosa, MG, 2018.
vii, 25f. : il. ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Leonardo Duarte Pimentel.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 19-23.

1. Sorgo. 2. Alimentação dos animais - Custos. 3. Cultivos agrícolas - Custos. 4. Forragem. 5. *Sorghum bicolor*. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

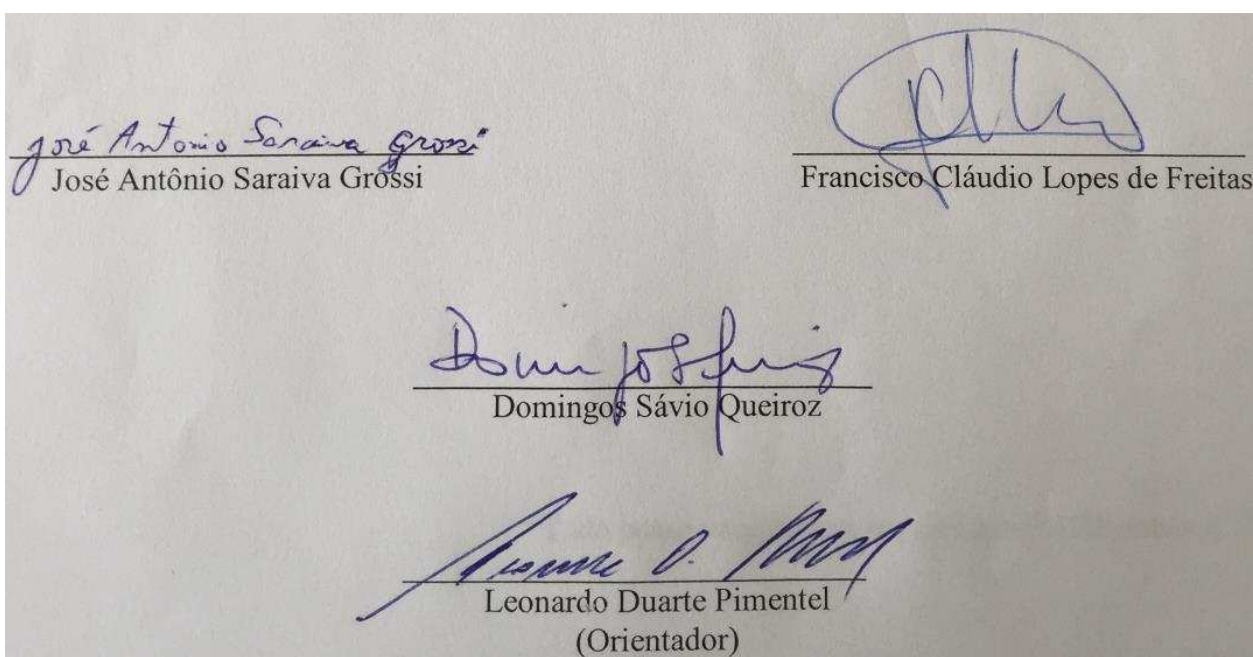
CDD 22. ed. 633.174

PAULO HENRIQUE HONORATO SALLA

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA E ECONÔMICA DE CULTIVOS DE MILHO E SORGO
EM SUCESSÃO PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 26 de fevereiro de 2018



José Antônio Saraiva Grossi
José Antônio Saraiva Grossi

Francisco Cláudio Lopes de Freitas
Francisco Cláudio Lopes de Freitas

Domingos Sávio Queiroz
Domingos Sávio Queiroz

Leonardo Duarte Pimentel
Leonardo Duarte Pimentel
(Orientador)

Aos meus pais Paulo e Apolinária,
a minha irmã Paola,
e à minha namorada Mayara.

DEDICO

“Tudo posso naquele que me fortalece.” (Filipenses 4.13)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por todo o caminho que me tem conduzido.

À minha família, minha namorada e à família dela por todo o apoio que sempre me proporcionaram.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia pela estrutura e oportunidade do curso de mestrado.

Ao professor Leonardo Duarte Pimentel pela orientação, apoio, exemplo profissional e amizade.

Aos professores Rodrigo Oliveira de Lima e Fernanda Helena Martins Chizzotti pela orientação.

Aos colegas do PROGRAMA SORGO e grupo de pesquisa REMAPE, pela colaboração nos trabalhos e compartilhamento de conhecimentos.

Aos funcionários da Estação Experimental Diogo Alves de Mello, pela valiosa ajuda nas atividades de campo.

Aos funcionários do Laboratório de Bromatologia pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Aos colegas da república Coice de Mula: Geovani, Jefferson, João Paulo, Otto, Vinícius e Gustavo.

E a todos que de certa forma colaboraram para a obtenção do título de mestre pelo Programa de Pós-graduação em Fitotecnia.

BIOGRAFIA

Paulo Henrique Honorato Salla, filho de Paulo Salla dos Anjos e Apolinária Pereira Honorato, nasceu em 11 de janeiro de 1991 na cidade de Itaguaçu-ES.

Em 2015, graduou-se em Agronomia no Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina.

Em março de 2016 ingressou no Programa de Pós-graduação em Fitotecnia em nível de mestrado, defendendo sua dissertação e obtendo o título de *Magister Scientiae* em fevereiro de 2018.

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	4
RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
CONCLUSÕES	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
APENDICES	24

RESUMO

SALLA, Paulo Henrique Honorato, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Eficiência produtiva e econômica de cultivos de milho e sorgo em sucessão para produção de silagem.** Orientador: Leonardo Duarte Pimentel. Coorientadores: Rodrigo Oliveira de Lima e Fernanda Helena Martins Chizzotti.

O custo com alimentação animal representa mais de 50% do custo total de produção na pecuária. Considerando que a produção de volumoso é a base da alimentação do gado, é importante estabelecer uma sequência de cultivos que proporcione mais eficiência econômica e produtiva para silagem de milho e sorgo. Objetivou-se com este trabalho avaliar cultivos de milho e sorgo, em duas safras consecutivas, visando a identificar qual arranjo proporciona maior eficiência econômico-produtiva para produção de silagem. O experimento foi realizado em condições de campo no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram as sequências de plantio e sucessão entre milho e sorgo na primeira e segunda safras, ou safra única, conforme segue: T1- 1ª safra milho/2ª safra milho; T2- 1ª safra milho/2ª safra sorgo; T3- 1ª safra sorgo/2ª safra sorgo; T4- 1ª safra sorgo/2ª safra sorgo rebrota; T5- 1ª safra sorgo/2ª safra milho; T6- safra única milho; T7- safra única sorgo e T8- safra única consórcio milho e sorgo. Foram avaliadas as características de crescimento, características produtividade, custos de produção e qualidade da silagem. Quanto à altura e número de folhas, houve similaridade entre o tratamento com duas safras de milho e o tratamento com milho e sorgo. No sistema de duas safras, não houve diferença de produtividade entre o tratamento com duas safras de milho e o tratamento em que se cultivou milho na primeira safra e sorgo na segunda safra. O custo operacional efetivo apresentou diferença entre os tratamentos sendo que a principal diferença entre milho e sorgo foi o custo com aquisição de sementes. Entre os tratamentos com duas safras, o sistema em que se aproveitou a rebrota do sorgo na segunda safra apresentou o menor custo operacional efetivo. Neste trabalho, qualitativamente, ambas as silagens apresentam bom padrão qualitativo e suprem as necessidades demandadas igualmente. Conclui-se que o sistema de cultivo com duas safras de milho foi o que apresentou melhor eficiência econômico-produtiva.

ABSTRACT

SALLA, Paulo Henrique Honorato, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **Productive and economic efficiency of maize and sorghum crops in succession for silage production.** Adviser: Leonardo Duarte Pimentel. Co-advisers: Rodrigo Oliveira de Lima and Fernanda Helena Martins Chizzotti.

The cost of animal feed represents more than 50% of the total cost of production in livestock. Considering that bulky production is the basis of cattle feeding, it is important to establish a crop sequence that provides more economical and productive efficiency for corn and sorghum silage. The objective of this work was to evaluate maize and sorghum crops in two consecutive harvests, in order to identify which arrangement provides greater economic-productive efficiency for silage production. The treatments were the sequences of planting and succession between maize and sorghum in the first and second crops, or single crop, as follows: T1- 1st corn crop / 2nd corn crop; T2- 1st corn crop / 2nd sorghum crop; T3- 1st sorghum crop / 2nd sorghum crop; T4- 1st sorghum crop/ 2nd sorghum regrowth crop; T5- 1st sorghum crop / 2nd corn crop; T6- single corn crop; T7 - single sorghum crop and T8 - single crop consortium maize and sorghum. The growth characteristics, productivity characteristics, production costs and silage quality were evaluated. Regarding the height and number of leaves, there was similarity between treatment with two corn crops and corn and sorghum treatment. In the two - crop system, there was no difference in productivity between the treatment with two corn crops and the treatment in which maize was grown in the first crop and sorghum in the second crop. The effective operational cost presented a difference between the treatments and the main difference between maize and sorghum was the cost of acquiring seeds. Among treatments with two harvests, the system in which the regrowth of sorghum was harvested in the second harvest presented the lowest effective operating cost. In this work, qualitatively, both silages present a good qualitative standard and supply the demanded needs equally. It was concluded that the cultivation system with two maize crops was the one that presented the best economic-productive efficiency.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, com 215 milhões de animais. Essa cadeia produtiva representa aproximadamente 7% do PIB do país movimentando cerca de 483 bilhões de reais/ano (IBGE, 2015). A produção animal, especificamente a bovinocultura caracteriza-se pela exploração durante todo o ano, demandando alimentação em quantidade e qualidade durante todo o calendário.

Em geral, as regiões produtoras do Centro-sul apresentam estações pluviométricas bem delimitadas, caracterizada por períodos chuvosos na primavera-verão, porém, com um período seco, com déficits de precipitação pluvial no outono-inverno. Isso resulta em decréscimo da produção de volumoso em quantidade e qualidade, surgindo assim uma demanda de suplementação alimentar para os animais nesse período. Uma das fontes de volumoso mais utilizadas nas propriedades rurais é a silagem, sendo o processo de ensilagem já muito difundido em todo o território nacional e de grande importância em diferentes sistemas de produção.

Neste contexto, a produção de silagem se torna a principal solução para o problema de escassez de alimento das cadeias produtivas de leite e carne em regiões com ocorrência de período de seca, onde ocorre queda da produção e qualidade de forragens. As culturas forrageiras mais usadas na produção de silagem são o milho (*Zea mays*) e o sorgo (*Sorghum bicolor*), devido à razões como facilidade de cultivo, alto rendimento e, especialmente, pela qualidade da silagem produzida, dispensando o uso de aditivo para estimular a fermentação (PARRELA, et al., 2014).

Entre essas duas culturas, o milho é a espécie mais usada para ensilagem, havendo correlação entre as regiões produtoras de leite e as áreas de maior produção de silagem de milho (PIONEER, 2013). No cenário atual, o milho é a segunda cultura mais cultivada no Brasil, como mais de 15 milhões de hectares, somando 1º e 2º safra, sendo que desta área, aproximadamente 15% é destinada a produção de silagem. O milho tem a vantagem de ser um cultivo tradicional e histórico em muitas propriedades, além da boa composição bromatológica de sua silagem (DEMINICIS, 2009).

A cadeia produtiva do sorgo apresenta 722 mil hectares cultivados e não demonstra crescimento na última década, mas vem sendo utilizado no plantio de 2º safra, ou de sucessão no Brasil central, com destaque para os estados de Goiás e Minas Gerais. Nos estados do Sul

seu plantio segue em safras de verão e também é cultivado no Nordeste nas condições do semiárido, com altas temperaturas e baixas precipitações (CONAB, 2016).

O potencial produtivo e a contribuição do sorgo forrageiro na pecuária bovina são amplamente conhecidos, apesar de menor que a do milho. Além disso, a produtividade do sorgo também é menor que a do milho quando não há restrição hídrica (PARRELA, et al., 2014).

O uso de sorgo para ensilagem se justifica pelas suas características agronômicas. Como cereal, possui grãos que apresentam praticamente as mesmas propriedades nutricionais que o milho, e a similaridade no valor nutritivo de sua silagem pode chegar a 92% em comparação com a silagem de milho (DEMARCHI et al., 1995). De acordo com Rocha Jr. et. al (2000), 12% de toda silagem produzida no Brasil é feita de sorgo forrageiro. O sorgo é mais rústico por possuir capacidade de explorar maior volume de solo e por apresentar sistema radicular abundante e profundo, apresentando desta forma maior tolerância ao déficit hídrico e ao calor. No cultivo de sorgo, ainda se tem a possibilidade de cultivo da rebrota, com produção que pode atingir até 60% do primeiro corte, quando submetido a manejo adequado, e possui menor custo de produção, o que reflete em menor risco para o produtor rural quando comparado com o cultivo de milho, especialmente na segunda safra (FORNASIERI FILHO, 2009; RIBAS, 2013; BORÉM, et al., 2014; VIANA, 2014).

Apesar da importância estratégica da cultura do sorgo na segunda safra, observa-se que nos últimos anos a produção brasileira de sorgo ficou limitada a dois milhões de toneladas, ao passo que a produção de milho vem aumentando ano a ano, principalmente na 2ª safra, justamente na época em que é indicado o cultivo do sorgo, devido ao maior risco de ocorrências de déficit hídrico. Isto tem ocorrido, em parte, devido aos investimentos em tecnologias para o cultivo do milho na 2ª safra, ao passo que a pesquisa na cultura do sorgo, com vocação natural para os cultivos nesta época, não tem acompanhado tal evolução.

As similaridades e diferenças estratégicas entre as culturas do milho e sorgo somados à possibilidade de cultivos de mais de uma safra por ano no Brasil são muito importantes para traçar estratégias de produção, armazenamento e até comercialização de silagem para alimentação de rebanhos, proporcionando melhores rendimentos, menores custos de produção e maior potencial produtivo de acordo com a combinação de sequência de sucessão de cultivos entre as duas culturas. Logo, é importante que as cadeias produtivas de milho e sorgo sejam tratadas como cadeias complementares e não como cadeias competitivas (EMBRAPA CNPMS, 2014, RIBAS, 2013). Muitos aspectos podem influenciar numa sequência de cultivos em sucessão, podendo ser ligados à cultura e ao ambiente, principalmente

relacionadas ao solo e ao clima, como temperatura, radiação solar, necessidade hídrica e ciclo da cultura (FORNASIERI FILHO, 1983; GALVÃO et al., 2015).

De modo geral, os produtores optam por fazer duas safras para ensilagem, principalmente nas pequenas propriedades. Contudo, não se sabe até que ponto isso é viável economicamente, visto que não se tem estabelecido uma ordem de cultivo e sucessão entre milho e sorgo que propicie uma alta produtividade, com qualidade que supra as necessidades dos animais e que tenha um maior benefício/custo para o produtor no sistema safra-safrinha. Considerando que o sorgo possui capacidade de rebrota que pode alcançar 60% da produção obtida no primeiro corte, o custo com aquisição de sementes é expressivamente inferior ao do milho, e o sorgo ainda pode equiparar a produtividade obtida nas lavouras de milho a depender das condições de clima e solo, o produtor teria o risco de produção reduzido e supriria a necessidade de volumoso de seu rebanho da mesma forma.

Desta forma acredita-se que seja possível identificar uma sucessão de plantio de milho e/ou sorgo que permita obter melhor eficiência econômico-produtiva para produção de silagem. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar cultivos de milho e sorgo, em duas safras consecutivas, visando identificar qual arranjo proporciona maior eficiência econômico-produtiva para produção de silagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, em duas safras consecutivas (1ª e 2ª safras) no período compreendido entre outubro de 2016 e junho de 2017, na Estação Experimental Diogo Alves de Mello (20°46'05,3"S; 42°52'11,6"W), pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV).

A estação experimental está situada no município de Viçosa-MG, região da Zona da Mata de Minas Gerais, a 650 m de altitude. A região possui clima subtropical úmido (Cwa) de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, sendo caracterizado por inverno seco e verão úmido (SÁ JÚNIOR et al, 2012). Durante a condução do experimento foram medidas a precipitação e temperatura *in loco* (Figura 1).

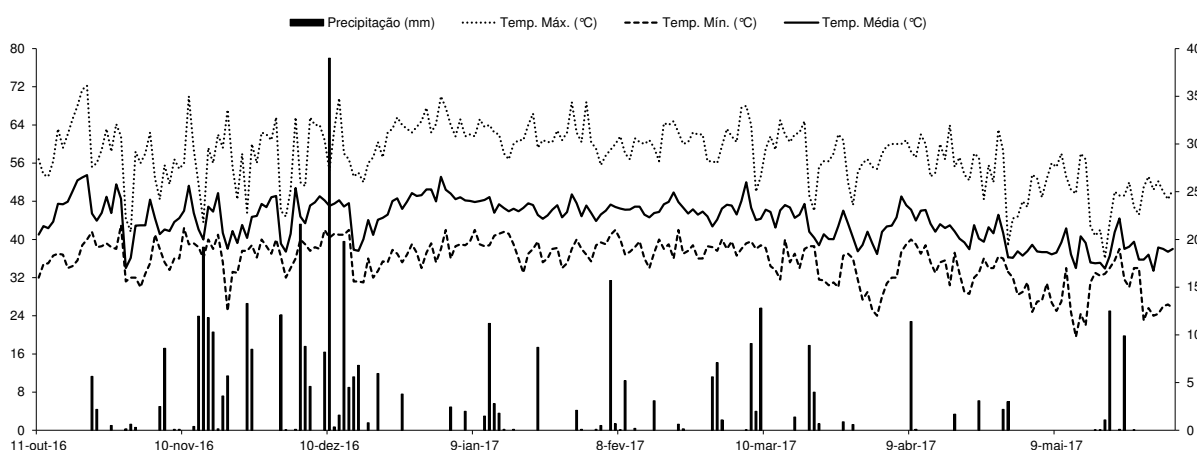


Figura 1 - Precipitação diária (mm) e temperaturas (°C) mínimas, máximas e médias diárias na Estação Experimental Diogo Alves de Mello (UFV), entre outubro de 2016 e junho de 2017 (Fonte: INMET).

O local da condução do experimento caracteriza-se como área plana de terraço, cujo solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distroférico (EMBRAPA, 2013) com fertilidade média (Tabela 1).

Tabela 1 – Características químicas do solo na profundidade de 0 a 20 cm da área de condução do experimento, na Estação Experimental Diogo Alves de Mello, 2016.

Características	pH	p ⁽¹⁾	K ⁽¹⁾	Ca ²⁺⁽²⁾	Mg ²⁺⁽²⁾	Al ³⁺⁽²⁾	H+Al ⁽³⁾	SB	t	T	V	m	M.O.
Unidades	H ₂ O		mg dm ⁻³	cmol. dm ⁻³							(%)		dag kg ⁻¹
Valor	5,87	14,7	45	3,44	1,25	0	3,6	4,81	4,81	8,41	57,2	0	2,79

⁽¹⁾Mehlich-1; ⁽²⁾KCl 1 mol L⁻¹; ⁽³⁾Acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ - pH 7,0; SB = Soma de Bases trocáveis; CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; m = Índice de Saturação de Alumínio; M.O. - Matéria Orgânica.

O preparo do solo para o semeio da primeira safra consistiu na limpeza da área, com uma aração, duas gradagens e uma capina química pós plantio e pré emergente das culturas, utilizando Paraquat.

A correção da acidez do solo, bem como as adubações de plantio e cobertura foram realizadas de acordo com a análise de solo (Tabela 1) e recomendações de adubação para milho e sorgo proposta por Alvarez et al. (1999). As adubações de plantio foram feitas mecanicamente no ato da semeadura por uma plantadora adubadora. As adubações de cobertura foram feitas manualmente, em parcela única, quando as plantas atingiram o estágio de desenvolvimento V6, por volta de 30 dias após plantio, aplicados na superfície do solo paralelamente as linhas de plantio.

A adubação de plantio da primeira safra foi feita com 300 kg/ha de formulado N-P-K 08-28-16, e a adubação de cobertura feita com 200 kg/ha de N. Os tratamentos de segunda safra receberam adubação de plantio com 200 kg/ha do mesmo formulado e adubação de cobertura com 150 kg/ha de N. A fonte de adubação nitrogenada foi a ureia. Os demais tratamentos culturais resumiram-se ao controle de plantas daninhas com capina e aplicação do herbicida atrazine na dose de 3 kg.ha⁻¹ aos 20 dias após a semeadura, e aplicação de inseticida quando necessário.

No experimento foi adotado o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, cada bloco com oito tratamentos, totalizando 32 unidades experimentais.

Os tratamentos avaliados foram sequências de plantio e sucessão entre milho e sorgo na primeira safra e segunda safra, ou safra única com plantio realizado posteriormente, conforme segue: T1- 1ª safra milho/2ª safra milho; T2- 1ª safra milho/2ª safra sorgo; T3- 1ª safra sorgo/2ª safra sorgo; T4- 1ª safra sorgo/2ª safra sorgo rebrota; T5- 1ª safra sorgo/2ª safra milho; T6- safra única milho; T7- safra única sorgo e T8- safra única consórcio milho e sorgo.

Os tratamentos com duas safras tiveram a primeira safra semeada no dia 11 de outubro de 2016 e a segunda safra no dia 15 de fevereiro de 2017, com exceção da rebrota do sorgo que foi avaliada a partir da data de corte da primeira safra que foi realizada no dia 01 de fevereiro de 2017. Os tratamentos de safra única foram semeados no dia 01 de dezembro de 2016. Segundo Fernandes (2013), que estudando a influência da época de semeadura de sorgo forrageiro demonstrou que com a semeadura realizada após um melhor estabelecimento do período chuvoso, as culturas tendem a ter maiores produtividades, fazendo com que tratamentos de safra única possam ocasionalmente ter maiores produtividades e, conseqüentemente, melhor eficiência econômica.

Cada unidade experimental foi constituída por seis linhas de plantio com cinco metros cada, espaçadas por 0,9 m de distância. Foram consideradas parcelas úteis às duas linhas centrais, e destas, os três metros centrais. Desta forma, cada unidade experimental continha duas linhas de plantio como bordadura em cada lado da unidade experimental.

A densidade de plantio na implantação do experimento foi de seis plantas/metro linear para milho, totalizando uma população de 66.666 plantas/ha, e de 11 plantas/metro linear para sorgo, totalizando uma população de 122.221 plantas/ha.

Foi utilizada a cultivar de sorgo forrageiro Biomatrix Podium®, da empresa Biomatrix, escolhido de acordo com suas características de adaptação a condições edafoclimáticas adversas e sua capacidade em produzir silagem de qualidade com rendimento elevado. A cultivar de milho utilizada foi a BG 7049YH®, da empresa Biogene, híbrido de reconhecida aptidão regional para este fim.

No momento da colheita foram colhidos 3m de comprimento das parcelas úteis de cada unidade experimental, sendo quatro repetições para cada tratamento, e posteriormente homogeneizados por meio de trituração mecânica em equipamento forrageiro estacionário. As características produtivas avaliadas foram: produtividade de matéria verde, produtividade de matéria seca, obtidos através da pesagem deste material *in natura* e após secagem em estufa de circulação de ar forçado respectivamente.

Foram avaliadas também características de crescimento das plantas de milho e de sorgo. Foram amostradas oito plantas de cada parcela útil em cada unidade experimental, sendo estas cortadas a 5 cm de altura do solo. As plantas amostradas foram separadas em três partes: parte grão: palha, sabugo e grãos para o milho, e panículas para o sorgo; parte colmo: nesta fração foram incluídas as brácteas e as panículas, no caso do milho; e parte folhas. Após a separação, as partes foram pesadas individualmente para cada cultura.

As características vegetativas avaliadas foram número de folhas, altura de planta e partição folha/colmo/espiga ou panícula. Para avaliação da altura da planta foi utilizada uma trena métrica graduada com intervalos de 1mm, medindo a partir da base da planta até a inserção da panícula. A contagem do número de folhas foi realizada a partir da primeira folha expandida, contando apenas as folhas fotossinteticamente ativas. Para a partição da planta, determinou-se a massa da matéria verde de colmo, matéria verde de folhas, matéria verde de panícula ou espiga, as quais foram obtidas por meio de separação e pesagem individual de cada uma destas partes.

As características de qualidade de silagem avaliadas foram: pH, matéria seca (MS), cinzas, matéria orgânica (M. orgânica), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro

(FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, extrato etéreo e carboidratos não fibrosos (CNF).

Após a colheita do experimento e avaliações, o material coletado foi ensilado em mini-silos para as avaliações bromatológicas. Na ensilagem, as plantas inteiras da área útil de cada parcela foram trituradas em ensiladeira, em partículas de 2 cm, homogeneizadas e acondicionadas sob compactação nos mini-silos por 60 dias.

Os mini-silos foram confeccionados a partir de tubos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de altura. As silagens foram produzidas do mesmo modo, de forma a não ocasionar diferenças significativas nas etapas de corte, enchimento, compactação e vedação do silo. Cada mini-silo foi cheio com o material preparado a partir de uma unidade experimental, compondo assim uma amostra.

Após a abertura dos mini-silos, parte do material ensilado foi pesado, acondicionado em sacos de papel e levados a estufa de circulação de ar forçado a 55°C, até atingir massa constante, moídas em moinho tipo Willey em peneira de 1mm para posteriormente serem enviadas ao Laboratório de Bromatologia, no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

A análise do pH da silagem foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002), onde foram colocadas sub amostras de 9 g de silagem em um béquer e adicionados 60 mL de água destilada. A leitura do pH foi realizada duas vezes consecutivas, após um repouso de 30 minutos, com agitação do béquer durante as leituras.

A análise de matéria seca (MS) foi feita de acordo com a metodologia descrita por Detmann et al. (2012), onde pesa-se uma amostra de 2 gramas em um recipiente e leva-se a estufa de 105°C por 16 horas. Após esse tempo pesa-se novamente a amostra e se tem o teor de matéria seca da silagem.

O teor de cinzas ou material mineral (MM) foi feita de acordo com a metodologia descrita por Detmann et al (2012), onde pesa-se uma amostra de 2 gramas de amostra seca ao ar em um cadinho, leva-se a mufla a temperatura de 600°C por quatro horas, espera-se esfriar e pese o resíduo para obter o valor do material mineral. A matéria orgânica é obtida subtraindo o valor de cinzas encontrado de 100, desta forma todo material incinerado é matéria orgânica.

O teor de proteína bruta (PB) foi obtido de acordo com o método de Kjeldahl descrito por Detmann et al. (2012).

A análise da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e da fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) foram realizadas de acordo com a metodologia de P. J. Van Soest

descrita por Detmann et al. (2012), onde acondiciona-se 800mg de amostra seca em ar em sacos de tecido não tecido (TNT). Coloca-se os sacos em coletores universais autoclaváveis e adiciona-se solução de detergente neutro e alfa amilase termoestável à FDN e solução de detergente ácido à FDA. Aquece-se a solução em autoclave à 105°C e mantém os coletores por uma hora, após esse tempo tira-se os sacos, lava-os com água quente (90°C) e acetona para a retirada do detergente. Seca-se em estufa à 105°C por 48 horas e posteriormente pesa-se os sacos, obtendo assim o valor de FDN e FDA.

O teor de lignina das amostras foi obtido de acordo com o método de Van Soest (1963) descrito por Detmann et al. (2012). Nesse método, a amostra é previamente tratada com solução de detergente ácido, resultando a fibra em detergente ácido e depois submetida à digestão com a solução concentrada de ácido sulfúrico a 72%.

O teor de extrato etéreo da amostra foi obtido de acordo com o método de Goldfisch descrito por Detmann et al. (2012). Neste método pesa-se 2g de amostra seca ao ar e acondiciona em cartucho confeccionado em celulose. Numera-se e pesa-se copos e acondiciona-se cada cartucho em seu respectivo copo. Em cada copo adiciona-se 80ml de éter de petróleo e faz-se a extração em um condensador por 4 horas. Faz-se a retirada do éter por esquema de reciclagem. Leva-se os copos a estufa a 105 °C por 30 minutos e após pesa-se o copo novamente. O teor de EE é obtido pela diferença entre o peso final e inicial do copo.

O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi obtido de acordo com o método descrito por Detmann et al. (2012), onde subtrai-se de 100 os valores de cinzas (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDN), obtendo assim o valor referente aos carboidratos não fibrosos.

As características de eficiência econômico-produtiva do sistema safra-safrinha, como custo operacional efetivo (COE) e custo de silagem por tonelada produzida (R\$/t), foram avaliados.

Os custos operacionais foram calculados de acordo com a metodologia do Instituto de Economia Agrícola (MATSUNAGA et al.,1976). O custo operacional efetivo (COE) consiste na soma dos valores de custo horário de operação, como: total de horas trabalhadas pelos tratoristas e diaristas, custo horário de operações de máquinas e equipamentos e o todo material utilizado desde o preparo do solo até a colheita.

O valor do total de horas trabalhadas pelos diaristas foi multiplicado pelos preços correntes no município de Viçosa-MG. Para calcular o custo horário de operação das máquinas e equipamentos, multiplicaram-se as horas de uso pelo custo horário, sem

depreciação, e os insumos utilizados foi o produto da quantidade utilizada pelo preço vigente no mercado durante o período em que o insumo foi consumido.

O sistema de manejo das culturas foi idêntico, variando apenas o custo com sementes e os custos derivados do aproveitamento da rebrota do sorgo, como redução de mão de obra e preparo do solo.

As análises econômicas foram feitas de forma descritivas, não sendo realizada análise estatística destes dados.

Os dados de produtividade, crescimento e composição química das silagens foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, posteriormente, ao teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional Rbio (BEHRING, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de matéria verde da primeira safra foi maior nos tratamentos em que foi plantado milho (Figura 2). Os tratamentos com milho plantado em outubro tiveram maior produtividade de matéria verde do que os tratamentos com milho plantado em dezembro (safra única). Não houve diferença entre os tratamentos com plantio de sorgo na primeira safra. Também, não houve diferença de produtividade de matéria verde entre os 6 e 8, onde o milho foi plantado em dezembro e milho consorciado com sorgo, respectivamente (Figura 2). Mesmo havendo diferença estatística entre os tratamentos, todos resultaram em produção de matéria verde dentro dos padrões satisfatórios, acima de 40 t ha^{-1} , citado em outros trabalhos (BELEZE et al., 2003).

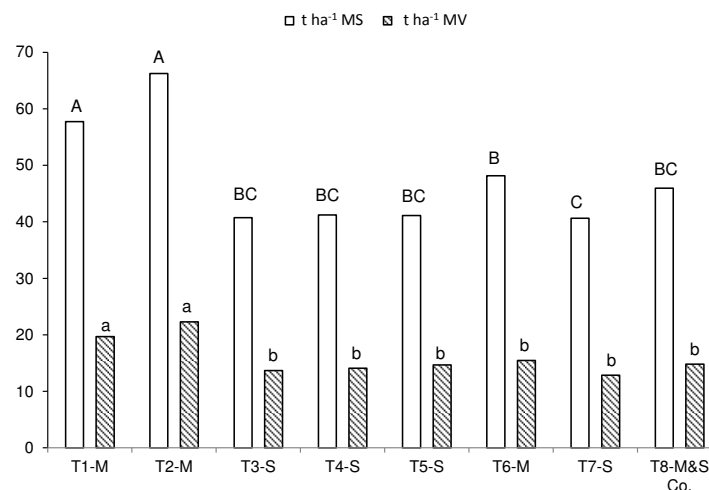


Figura 2 – Produtividade de matéria verde (t ha^{-1} MV), Produtividade de matéria seca (t ha^{-1} MS) na primeira safra. (T1-M) Plantio de milho na primeira safra; (T2-M) Plantio de milho na primeira safra; (T3-S) Plantio de sorgo na primeira safra; (T4-S) Plantio de sorgo na primeira safra; (T5-S) Plantio de sorgo na primeira safra; (T6-M) Plantio de milho na primeira safra; (T7-S) Plantio de sorgo na primeira safra; (T8-M&S Co.) Plantio de milho e sorgo em consórcio na primeira safra. Barras contendo mesma letra maiúscula ou minúscula não diferem entre si quanto a produtividade na primeira ou segunda safra, respectivamente.

Vale ressaltar que os índices pluviométricos foram menores no ciclo dos tratamentos semeados em dezembro, que receberam cerca de 110 mm de chuva a menos que os tratamentos semeados em outubro (Figura 1). Isso explica as menores produtividades dos tratamentos de safra única, semeadas em dezembro.

A produção de matéria seca apresentou o mesmo padrão de resultados que a produção de matéria verde. Os tratamentos 2 e 1 apresentaram maiores produtividades de matéria seca, não diferindo estatisticamente. Os demais tratamentos tiveram produtividades inferiores aos

anteriores, não apresentando diferença entre si (Figura 2). Esses resultados indicam que a colheita foi realizada no período correto, onde todos os tratamentos apresentavam teor de matéria seca semelhantes, visto que a perda de água não alterou a diferença entre os tratamentos quando obtidos os pesos secos.

Entre os tratamentos de segunda safra, novamente os tratamentos em que foi plantado milho apresentaram maiores produtividades (Figura 3). O tratamento 5, precedido por sorgo na primeira safra, e o tratamento 1, precedido por milho na primeira safra, apresentaram maiores produtividades. Os demais tratamentos tiveram produtividades inferiores e não apresentaram diferença estatística entre si (Figura 3).

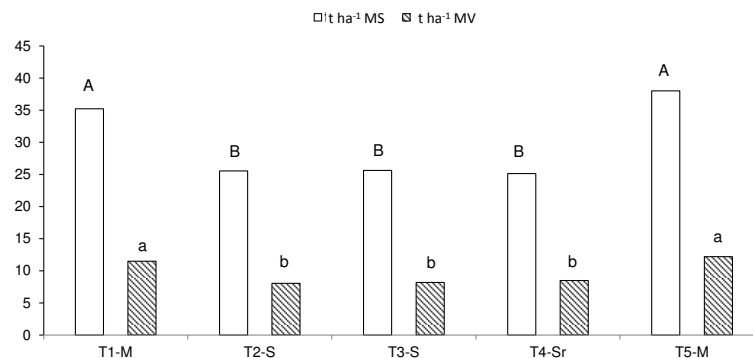


Figura 3 – Produtividade de matéria verde ($t\ ha^{-1}\ MV$), Produtividade de matéria seca ($t\ ha^{-1}\ MS$) na segunda safra. (T1-M) Plantio de milho na segunda safra; (T2-S) Plantio de sorgo na segunda safra; (T3-S) Plantio de sorgo na segunda safra; (T4-Sr) Aproveitamento da rebrota do sorgo na segunda safra; (T5-M) Plantio de milho na segunda safra.

O 4, que foi a rebrota do sorgo, teve uma produtividade de 62 % em relação a primeira safra (Figura 3), o que representa uma boa rebrota segundo a literatura, que diz que a rebrota do sorgo pode atingir 60 % da produtividade da primeira safra (ZAGO, 1991). A produtividade do 4 não diferiu dos tratamentos em que o sorgo foi semeado novamente (tratamentos 2 e 3) (Figura 3).

Quando analisadas as duas safras como um sistema de produção, todos os tratamentos com safra única tiveram produtividades inferiores aos tratamentos com duas safras (Figura 4). Esses resultados não corroboraram com Fernandes (2013) pelo fato que o maior índice pluviométrico esperado nos tratamentos de safra única semeados em dezembro, não ocorreu. Desta forma a menor precipitação nestes tratamentos em relação aos tratamentos semeados em outubro não permitiu com que as produtividades se equiparassem.

O milho semeado na primeira safra no 2, possivelmente por uma mancha de solo, produziu mais que o milho semeado na primeira safra no 1, isso beneficiou o sorgo quando

analisada o conjunto safra safrinha, fazendo com que não houvesse diferença de produtividade entre o 1 e o 2.

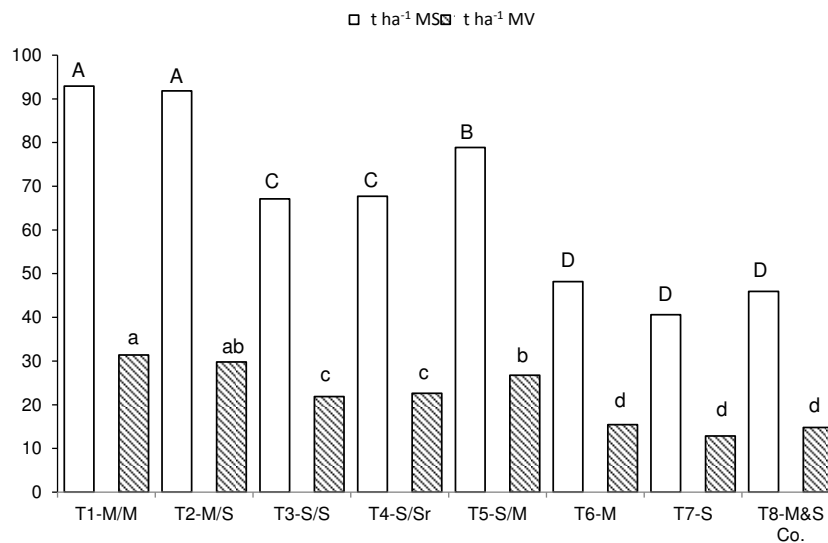


Figura 4 – Produtividade de matéria verde ($t\ ha^{-1}\ MV$), Produtividade de matéria seca ($t\ ha^{-1}\ MS$), na primeira e segunda safra. (T1-M/M) Plantio de milho na primeira safra e milho na segunda safra; (T2-M/S) Plantio de milho na primeira safra e sorgo na segunda safra; (T3-S/S) Plantio de sorgo na primeira safra e sorgo na segunda safra; (T4-S/Sr) Plantio de sorgo na primeira safra e aproveitamento da rebrota do sorgo na segunda safra; (T5-S/M) Plantio de sorgo na primeira safra e milho na segunda safra; (T6-M) Plantio de milho na primeira safra; (T7-S) Plantio de sorgo na primeira safra; (T8-M&S Co.) Plantio de milho e sorgo em consórcio na primeira safra.

Quanto as características de crescimento das plantas, nas duas safras como um sistema único, os tratamentos 1 e 2 tiveram as plantas de maior altura (Figura 5). Mesmo que no tratamento 2 a segunda safra foi o plantio de sorgo, não diferiu estatisticamente do tratamento 1 que teve milho nas duas safras (Figura 5). Pinho et al. (2006) também encontraram similaridade na altura de plantas de milho e sorgo e os valores foram próximos aos do presente trabalho, com altura média de 2,5 m. Isso pode ser explicado por ambas culturas terem arquitetura de planta semelhantes. Além disso, empresas públicas e privadas vêm melhorando as cultivares de sorgo forrageiro para que se tenha aumento na produção de biomassa, tornando-se semelhantes às plantas de milho em relação ao porte.

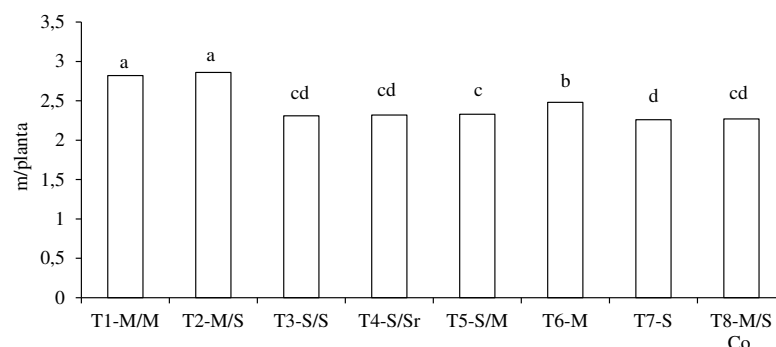


Figura 5– Média de altura de plantas das seqüências de cultivo (metros/planta). (T1-M/M) Plantio de milho na primeira safra e milho na segunda safra; (T2-M/S) Plantio de milho na primeira safra e sorgo na segunda safra; (T3-S/S) Plantio de sorgo na primeira safra e sorgo na segunda safra; (T4-S/Sr) Plantio de sorgo na primeira safra e aproveitamento da rebrota do sorgo na segunda safra; (T5-S/M) Plantio de sorgo na primeira safra e milho na segunda safra; (T6-M) Plantio de milho na primeira safra; (T7-S) Plantio de sorgo na primeira safra; (T8-M&S Co.) Plantio de milho e sorgo em consórcio na primeira safra.

Em relação ao número de folhas por plantas, os tratamentos onde o milho foi plantado na primeira safra tiveram o maior número de folhas (Figura 6). Ao contrário, os tratamentos em que na primeira safra foi plantado sorgo tiveram o menor número de folhas, exceto o tratamento 7 (Figura 6). No geral, quanto a altura e número de folhas, houve similaridade entre o tratamento com duas safras de milho e o tratamento com milho e sorgo.

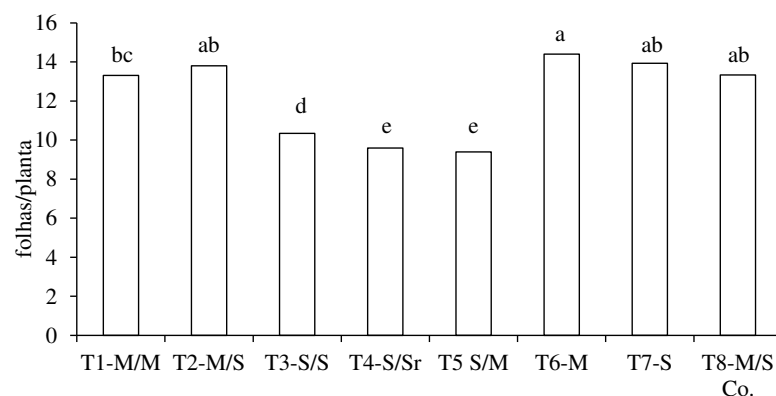


Figura 6 – Média do número de folhas das plantas das seqüências de cultivo (folhas/planta). (T1-M/M) Plantio de milho na primeira safra e milho na segunda safra; (T2-M/S) Plantio de milho na primeira safra e sorgo na segunda safra; (T3-S/S) Plantio de sorgo na primeira safra e sorgo na segunda safra; (T4-S/Sr) Plantio de sorgo na primeira safra e aproveitamento da rebrota do sorgo na segunda safra; (T5-S/M) Plantio de sorgo na primeira safra e milho na segunda safra; (T6-M) Plantio de milho na primeira safra; (T7-S) Plantio de sorgo na primeira safra; (T8-M&S Co.) Plantio de milho e sorgo em consórcio na primeira safra.

Avaliando a partição folha/colmo/espiga ou panícula na primeira safra, foi homogênea a porcentagem de folhas entre os tratamentos, girando em torno de 20% da massa total da planta (Figura 7). O tratamento 8, que teve milho e sorgo em consorcio, teve uma partição da planta próxima aos tratamentos com milho. Os tratamentos com plantio de sorgo tiveram maior porcentagem colmo em relação a panícula na massa total, quando comparado à partição colmo/espiga nos tratamentos com milho (Figura 7). Em trabalho que também avaliou a partição das plantas de milho e sorgo, Flaresso et al. (2000) encontraram resultados semelhantes ao deste trabalho, com percentual de folhas em torno de 20% e maior porcentagem de espiga nas plantas de milho, do que panícula nas plantas de sorgo em relação ao colmo. Possivelmente, essa diferença foi devido ao peso de uma espiga ser superior ao de uma panícula, aumentando a sua partição na planta.

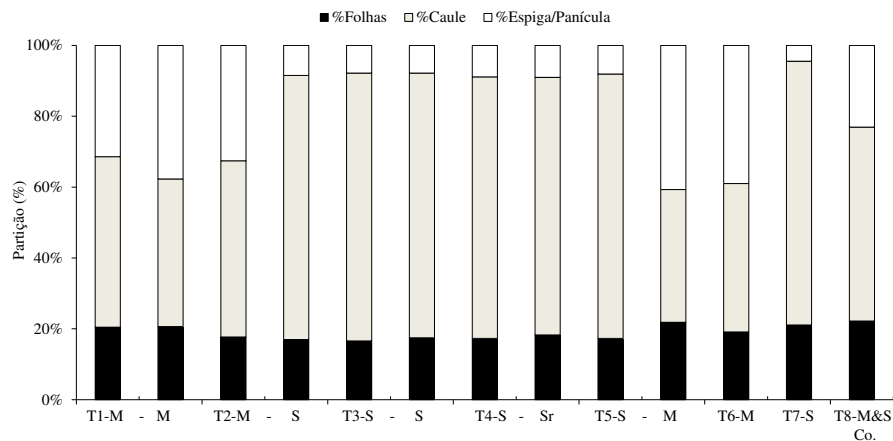


Figura 7– Partição folha/colmo/espiga ou panícula dos tratamentos de primeira safra, segunda safra e safra única. (T1-M-M) Plantio de milho na primeira safra e milho na segunda safra; (T2-M-S) Plantio de milho na primeira safra e sorgo na segunda safra; (T3-S-S) Plantio de sorgo na primeira safra e sorgo na segunda safra; (T4-S-Sr) Plantio de sorgo na primeira safra e aproveitamento da rebrota do sorgo na segunda safra; (T5-S-M) Plantio de sorgo na primeira safra e milho na segunda safra; (T6-M) Plantio de milho na primeira safra; (T7-S) Plantio de sorgo na primeira safra; (T8-M&S Co.) Plantio de milho e sorgo em consórcio na primeira safra.

Para a segunda safra, a partição folha/colmo/espiga ou panícula foi semelhante aos resultados da primeira safra, tendo os tratamentos com sorgo uma maior porcentagem colmo em relação a panícula na massa total (Figura 7). Apesar de no tratamento 4, não ter sido replantado o sorgo, mas sim, deixado a rebrota, a partição da planta foi semelhante aos tratamentos em que o sorgo foi replantado (Figura 7).

Analisando os parâmetros bromatológicos da primeira safra, o pH de todos os tratamentos ficou dentro da faixa de 3,8 a 4,2 (Tabela 2), citada na literatura como a faixa ideal de acidez para silagem de milho e sorgo, o que indica que a fermentação ocorreu de forma desejável (FERREIRA, 2001).

Tabela 2 –pH, matéria seca (MS), teor de cinzas (Cinzas), matéria orgânica (M. Orgânica), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, extrato etéreo e carboidratos não fibrosos (CNF) da primeira safra, segunda safra e safra única. (T1-M) Plantio de milho na primeira e na segunda safra; (T2-M) Plantio de milho na primeira safra; (T2-S) Plantio de sorgo na segunda safra; (T3-S) Plantio de sorgo na primeira e na segunda safra; (T4-S) Plantio de sorgo na primeira safra; (T4-Sr) Aproveitamento da rebrota do sorgo na segunda safra; (T5-S) Plantio de sorgo na primeira safra; (T5-M) Plantio de milho na segunda safra; (T6-M) Plantio de milho em safra única; (T7-S) Plantio de sorgo em safra única; (T8-M&S Co.) Plantio de milho e sorgo em consórcio em safra única.

TRATAMENTO	pH	MS (%)	Cinzas	M. Orgânica	PB	FDN	FDA	Lignina	Extrato Etéreo	CNF
% Matéria seca										
PRIMEIRA SAFRA										
T1-M	3,99 ab	35,56 a	4,85 bc	94,75 ab	6,57 a	48,31 a	29,66 bc	3,76 a	2,75 a	37,48 a
T2-M	3,97 ab	35,47 a	4,87 bc	94,76 ab	6,65 a	48,88 a	35,11 a	3,48 a	2,59 a	36,98 a
T3-S	3,99 ab	32,30 a	7,50 a	91,85 c	6,64 a	47,58 a	35,06 a	3,68 a	2,63 a	35,62 a
T4-S	3,87 b	35,56 a	6,57 ab	92,82 bc	6,98 a	46,74 a	32,96 abc	3,38 a	2,48 a	37,20 a
T5-S	4,16 a	35,46 a	6,86 a	92,55 c	6,30 a	46,96 a	33,49 ab	3,33 a	2,75 a	37,11 a
SAFRA ÚNICA										
T6-M	4,07 ab	33,84 a	4,35 c	95,37 a	7,15 a	45,54 a	27,91 c	3,45 a	2,74 a	40,17 a
T7-S	3,83 b	34,07 a	6,29 ab	93,11 bc	7,68 a	48,50 a	33,60 ab	3,50 a	2,50 a	35,01 a
T8-M&S Co.	4,08 ab	32,94 a	4,25 c	95,45 a	7,24 a	47,73 a	31,18 abc	3,51 a	2,68 a	38,06 a
SEGUNDA SAFRA										
T1-M	3,98 ab	32,02 a	4,17 a	95,45 a	6,68 a	49,24 a	33,66 a	3,59 a	2,45 ab	37,42 a
T2-S	3,89 ab	31,52 a	5,68 a	93,82 a	7,68 a	47,12 a	33,36 a	3,69 a	2,68 a	36,81 a
T3-S	4,07 a	31,54 a	5,68 a	93,84 a	8,08 a	49,56 a	32,92 a	3,61 a	2,22 b	34,39 a
T4-Sr	4,02 ab	32,71 a	6,41 a	93,04 a	7,80 a	47,21 a	33,72 a	3,46 a	2,50 ab	36,04 a
T5-M	3,83 b	35,44 a	4,17 a	95,50 a	7,33 a	48,16 a	30,94 a	3,51 a	2,42 ab	37,87 a

Não houve diferença entre os tratamentos para matéria seca, proteína bruta, FDN, Lignina, Extrato etéreo e CNF (Tabela 2). Porém, todos esses parâmetros ficaram dentro da faixa ideal indicada na literatura, que é de 30 a 40% para matéria seca (CRUZ et al., 2001), entre 6 a 9% para proteína bruta (JAREMTCHUK et al., 2005), inferior a 50% para FDN (CRUZ et al., 2001), inferior a 7,3% para lignina (MARTINS et al., 2003), inferior a 8% para extrato etéreo (VAN SOEST, 1994) e 30 a 40% para CNF (SENGER et al., 2005).

Houve diferença entre os tratamentos para cinzas, matéria orgânica e FDA (Tabela 2). Os menores valores de cinzas foram nos tratamentos 1, 2, 6 e 8, e estes foram os únicos que ficaram dentro do padrão ideal de 3 a 5% de cinzas para silagem (LALLO et al., 2003). Como o teor de matéria orgânica é o resultado da subtração das cinzas do total de 100, o ideal é que esta esteja entre 95 a 97%. Sendo assim, apenas os tratamentos 3, 4 e 5 não estão dentro do padrão de matéria orgânica. Quanto ao FDA, é descrito como padrão ideal, um teor entre 22 e 40% (MELO et al., 1998). Apesar de haver diferença estatística entre os tratamentos, todos ficaram dentro do padrão (Tabela 2).

Para a segunda safra, o pH de todos os tratamentos também ficou dentro da faixa ideal (FERREIRA, 2001).

Exceto para pH e extrato etéreo, não houve diferença entre os tratamentos para as características avaliadas (Tabela 2). Assim como na primeira safra, o teor de matéria seca, proteína bruta, FDN, FDA, lignina, extrato etéreo e CNF ficaram dentro da faixa ideal de uma boa silagem (VAN SOEST, 1994; MELO et al., 1998; CRUZ et al., 2001; MARTINS et al., 2003; JAREMTCHUK et al., 2005; SENGER et al., 2005). O teor de cinzas apenas dos tratamentos 1 e 5 ficaram entre 3 e 5%. Porém, os demais tratamentos não diferem estatisticamente desses, o que mostra que o teor de cinzas dos demais também está dentro do padrão (LALLO et al., 2003). O mesmo ocorreu com a matéria orgânica (Tabela 2).

Mesmo que a partição da planta diferiu entre milho e sorgo (Figura 7), isso não influenciou nas características bromatológicas dos materiais avaliados (Tabela 2). Portanto, na tomada de decisão entre as opções de sistema de cultivo, deve-se levar em consideração a produtividade, o custo operacional efetivo e o custo de produção, visto que neste experimento não houve diferenças qualitativas significativas.

O custo de produção variou em função da safra, isto é, na primeira safra observou-se maior custo/ha (Tabela 3 e Apêndice A).

O custo operacional efetivo (COE) da primeira safra nos tratamentos com milho foi R\$ 312,00 maior que os tratamentos com sorgo. Essa diferença é devido ao custo de aquisição das sementes, foi de R\$ 380,00/ha enquanto para o sorgo foi de R\$ 68,00/ha (Tabela 3). Pinho et al. (2007) também citam que a silagem de sorgo tem menor custo de produção devido ao menor preço das sementes. Ressaltam ainda, que a cultura do sorgo é promissora na produção de silagem pelo seu menor custo operacional.

Tabela 3 – Custo operacional efetivo da primeira safra, segunda safra e as duas somadas de arranjos produtivos de milho e sorgo em R\$/hectare. (T1-M/M) Plantio de milho na primeira safra e milho na segunda safra; (T2-M/S) Plantio de milho na primeira safra e sorgo na segunda safra; (T3-S/S) Plantio de sorgo na primeira safra e sorgo na segunda safra; (T4-S/Sr) Plantio de sorgo na primeira safra e aproveitamento da rebrota do sorgo na segunda safra; (T5-S/M) Plantio de sorgo na primeira safra e milho na segunda safra; (T6-M) Plantio de milho na primeira safra; (T7-S) Plantio de sorgo na primeira safra; (T8-M&S Co.) Plantio de milho e sorgo em consórcio na primeira safra.

TRATAMENTOS	1ª Safra	2ª Safra	1ª+2ª Safra ou Safra Única
			R\$/ha
T1-M/M	2512,94	1903,84	4416,78
T2-M/S	2512,94	1591,84	4104,78
T3-S/S	2200,94	1591,84	3792,78
T4-S/Sr	2200,94	1204,63	3405,57
T5-S/M	2200,94	1903,84	4104,78
T6-M	2512,94	-	2512,94
T7-S	2200,94	-	2200,94
T8-M&S Co.	2356,94	-	2356,94

Os tratamentos de segunda safra tiveram COE inferior aos tratamentos da primeira safra (Tabela 3), devido a redução da quantidade de adubo utilizada e a não aplicação de inseticida. Entre os tratamentos da segunda safra, o tratamento 4 apresentou o menor COE (Tabela 3), visto que, não foi necessária a realização de preparo do solo e replantio. Ao deixar a rebrota, é minimizado o custo de implantação da lavoura e por consequência se obtém uma silagem de qualidade com um menor custo (REZENDE et al., 2011).

O somatório do COE das duas safras no tratamento 1 foi o que apresentou maior valor, pois em ambas as safras foi plantado milho (Tabela 3), que possui um maior custo de

aquisição das sementes. Em contrapartida, o tratamento 4 apresentou o menor COE entre os tratamentos com duas safras (Tabela 3), devido a redução dos custos na segunda safra. Os tratamentos 6, 7 e 8 apresentaram menor COE, quando comparado aos tratamentos com duas safras como sistema único de produção (Tabela 3).

Apesar do maior custo/ha nos tratamentos que tiveram milho em alguma das safras, observou-se maior produtividade, o que resulta em um menor custo por tonelada de silagem produzida (Tabela 4). Isso ocorreu devido à boa distribuição das chuvas no período da primeira safra.

Tabela 4 –Custo de produção por tonelada de matéria verde produzida (R\$/t MV), Custo de produção por tonelada de matéria seca produzida (R\$/t MS) na primeira e segunda safra. (T1-M/M) Plantio de milho na primeira safra e milho na segunda safra; (T2-M/S) Plantio de milho na primeira safra e sorgo na segunda safra; (T3-S/S) Plantio de sorgo na primeira safra e sorgo na segunda safra; (T4-S/Sr) Plantio de sorgo na primeira safra e aproveitamento da rebrota do sorgo na segunda safra; (T5-S/M) Plantio de sorgo na primeira safra e milho na segunda safra; (T6-M) Plantio de milho na primeira safra; (T7-S) Plantio de sorgo na primeira safra; (T8-M&S Co.) Plantio de milho e sorgo em consórcio na primeira safra.

TRATAMENTOS	1ª Safra	2ª Safra	1ª+2ª Safra ou Safra Única	1ª Safra	2ª Safra	1ª+2ª Safra ou Safra Única
	(R\$/t MV)			(R\$/t MS)		
T1-M/M	43,52	54,06	47,52	127,69	166,13	140,66
T2-M/S	37,93	62,30	44,71	112,74	198,24	137,70
T3-S/S	54,02	62,13	56,52	160,77	194,84	173,50
T4-S/Sr	53,42	47,92	50,29	156,10	142,41	150,70
T5-S/M	53,54	50,11	52,06	149,83	156,31	153,51
T6-M	52,18	-	52,18	162,65	-	162,65
T7-S	54,18	-	54,18	171,15	-	171,15
T8-M&S Co.	51,30	-	51,30	159,15	-	159,15

O custo de produção por tonelada de matéria verde produzida na primeira safra foi inversamente proporcional à produtividade (Tabela 4 e Figura 2). Os tratamentos que obtiveram maiores produtividades tiveram menores custos para se produzir uma tonelada de matéria verde, visto que o custo operacional efetivo foi diluído na produtividade. Isso corrobora com Fernandes et al. (2016) que relatam que lavouras com alto custo operacional podem ter bom benefício/custo caso apresente altas produtividades. O tratamento 7, em que foi plantado sorgo em safra única, foi o que apresentou o maior custo de produção, bem como o que teve a menor produtividade de matéria verde, chegando a um custo de produção por tonelada produzida 30% superior ao tratamento 2, que obteve o menor custo (Figura 2).

O tratamento 8 não apresentou diferença estatística em relação ao tratamento 6 quanto a produtividade e apresentou menor custo de produção em relação ao mesmo (Tabela 4 e Figura 2). Isso deve ao fato de metade da área ser plantada com sorgo, o que reduziu os custos com sementes, visto que as sementes de sorgo têm um valor expressivamente menor que a semente de milho. Desse modo, tratamento 8, foi o melhor entre os tratamentos de safra única,

não diferindo em produtividade do tratamento 6, porém, com um menor custo de operacional efetivo (Tabela 4 e Figura 2).

Na segunda safra, o tratamento em que se avaliou a rebrota do sorgo não diferiu em produtividade dos tratamentos em que o sorgo foi semeado novamente (Figura 3). Isso mostra que é mais viável deixar a rebrota do sorgo, ao invés de replantá-lo, uma vez que a produtividade é a mesma e há uma redução no COE ao deixar a rebrota (Tabela 3). Além disso, esse tratamento foi o que obteve o menor custo de produção da segunda safra (Tabela 4).

Quando analisado o sistema safra-safrinha como um arranjo único de plantio e sucessão, os tratamentos que tiveram sorgo em alguma das safras apresentaram maior custo por tonelada produzida. Isso elevou o custo de produção por tonelada nesses tratamentos, uma vez que COE se diluiu em uma menor produtividade (Figura 4).

Os tratamentos com safra única tiveram menores custos de produção por tonelada de silagem produzida em relação ao tratamento com duas safras de sorgo. Isso ocorreu devido ao custo de replantio do sorgo na segunda safra e sua baixa produtividade.

Em relação ao tratamento 4, mesmo que deixar a rebrota reduza o COE, esse apresentou produtividade inferior aos tratamentos 1 e 2, o que eleva o custo por tonelada produzida (Figura 4). O sorgo produziu pouco na primeira safra, o que não contribuiu para a redução do custo/tonelada de silagem produzida, visto que o COE se diluiu em uma menor produtividade.

As maiores produtividades foram dos tratamentos 1 e 2. Porém, o tratamento 2 teve um menor custo de produção, tendo em média, um gasto de R\$ 3,00 a menos por tonelada produzida em comparação ao tratamento 1 (Figura 4). A alta produtividade do milho faz com que os custos por tonelada de silagem produzida seja menor que o do sorgo, mesmo que o sorgo apresente menor custo de implantação da lavoura. Neste trabalho, o que fez com que o tratamento com sorgo na segunda safra se equiparasse ao tratamento com 2 safras de milho foi a maior produtividade do milho no 2 do que no 1, ambos na primeira safra, e não a produtividade do sorgo. Logo a melhor recomendação de sequência de cultivos que proporciona maior eficiência econômica é o plantio de duas safras consecutivas de milho.

CONCLUSÕES

A produtividade foi mais importante do que o COE na redução do custo de produção de silagem por tonelada produzida.

O sistema de cultivo com duas safras de milho apresentou melhor eficiência econômico-produtiva. O sistema com uma safra de milho e uma de sorgo se aproximou das produtividades obtidas no sistema 1 devido à maior produtividade do milho na 1ª safra.

Entre os tratamentos com duas safras, o sistema em que se aproveitou a rebrota do sorgo na segunda safra apresentou o menor COE. Sendo assim, mesmo que nesse sistema há uma menor produtividade, esse pode ser uma alternativa de produção de silagem para produtores menos capitalizados e/ou com menor nível tecnológico.

Os tratamentos com safra única não se mostraram tão eficientes economicamente quando comparados aos tratamentos com duas safras. As condições climáticas desfavoráveis reduziram a produtividade destes tratamentos, elevando assim os custos por tonelada produzida.

Não há diferença de composição química da silagem de sorgo em relação à silagem de milho. Entretanto, neste trabalho não foram feitas análises de digestibilidade dos materiais.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos, à Funarbe pelo financiamento do projeto através do Funarpec, ao Departamento de Fitotecnia e ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pelo apoio técnico e estrutural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ÁLVAREZ V., V. H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. 5. ed. Viçosa: CFSEMG, 1999, p. 25-32.
- BELEZE, J. R. F.; ZEOULA, L. M.; CECATO, U.; DIAN, P. H. M.; MARTINS, E. N.; FALCÃO, A. J. A. Produtividade, Características Morfológicas e Correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p.529-537, 2003
- BERNARDES, T. F. Silagem: alimento fornecedor de energia. 2016. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/conservacao-de-forragens/silagem-alimento-fornecedor-de-energia-98652n.aspx>> Acesso em: 10 dez. 2017.
- BHERING, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.17, n.2, 2017.

- CONAB Companhia Nacional de Abastecimento. **Safras. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo levantamento.** 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br /OlalaCMS/uploads/arquivos/16_07_20_16_57_08_previa_boletim_graos_julho_06-07-2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_07_20_16_57_08_previa_boletim_graos_julho_06-07-2016.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2016.
- CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. **Safras: Séries Históricas.** 2016b. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 20 de julho de 2016.
- COUTINHO, J. J. O.; COURA, R. A. N.; RODRIGUES, L. M.; ATHAYDE, A. A. R. Efeito de aditivo em silagens de leguminosas forrageiras. **Ciência et Praxis**, Passos, v. 8, n. 15, p. 53–58, 2015.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo.** 1. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001.
- DEMARCHI, J.J.A.A.; BOIN, C.; BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagens de alta qualidade. **Zootecnia Nova Odessa**, Nova Odessa, v.33, n.3, p.111-136, 1995.
- DEMINICIS, B.B.; VIEIRA, H.D.; JARDIM, J.G.; ARAÚJO, S.A. do C.; CHAMBELA NETO, A.; OLIVEIRA, V.C. de; SILVA, LIMA, E. S. Silagem de milho – Características agronômicas e Considerações. **Revista electrónica de Veterinaria**, Mágala, Espanha, v.10, n.2, p. 1-6, 2009.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLE, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M. E AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos.** 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema. 2012.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013.
- EMBRAPA CNPMS: EMBRAPA MILHO E SORGO. **Sistemas de produção: Sorgo.** Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo>>. Acesso em: 26 mar. 2014.
- FACTORI, M. A.; PASSINI, C. T.; MEIRELLES, P. R. L.; VIEIRA JÚNIOR, L. C.; MARCELO, E. T.; SILVA, M. G. B.; PEREIRA, A. S. Silagem de planta inteira de milho: pontos importantes a serem considerados. **PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, v.6, n.17, 2012.
- FERNANDES, P. G. Avaliação agronômica de dois cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em Sete Lagoas – MG. 2013. 89 f. **Tese** (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.
- FERNANDES, I. M. D. M.; CRUZ, S. S.; PASCOALOTO, I. M.; ANDREOTTI, M.; SABBAG, O. J.; GARCIA, C. M. P. Análise econômica da produção de silagem de sorgo consorciado em cerrado de baixa altitude. In.: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Anais...Bento Gonçalves: CNMS**, 2016, p. 147-150.

- FERREIRA, J.J. Estágio de maturação do milho e do sorgo o ideal para ensilagem. In. CRUZ, J.C. PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. 1.ed. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p.405-428
- FLARESSO, J. A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E. X. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p. 1608-1615, 2000.
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do sorgo**. 1. Ed. Jaboticabal: Funep, 2009.
- GALVÃO, J.C.C.; BORÉM, A., PIMENTEL, M.A. **Milho: do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Pecuária Municipal. 2015 Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2>>. Acessado em: 16 ago. 2016.
- JAREMTCHUK, A. R.; JAREMTCHUK, C. C.; BAGLIOLI, B.; MEDRADO, T. M.; KOZLOWSKI, L. A.; COSTA, C.; MADEIRA, H. M. F. Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, vol.27, n.2, abril-jun, p. 181-188, 2005.
- LALLO, F. H.; PRADO, I. N.; NASCIMENTO, W. G.; ZEOULA, L. M.; MOREIRA, F. B.; WADA, F. Y. Níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi sobre a degradabilidade ruminal em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p.719-726, 2003.
- MARTINS, R. G. R.; GONCALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; RODRIGUEZ, N. M.; BORGES, I.; BORGES, A. L. C. C. Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas de silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.55, n.3, p.346-349, 2003.
- MATSUNAGA, M. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA**. Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, 1976.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J. E. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991.
- MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L.; ROCHA, M.G.; DAVID, D.B. Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n.1, p. 79-94, 2005.
- MELO, W. M. C.; VON PINHO, R. G.; CARVALHO, M. L. M. Avaliação de cultivares de milho, para produção de silagem na região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.1, p.31-39, 1998.
- PARRELA, R.A.C.; MENEZES, C.B.; RODRIGUES, J.A.S.; TARDIN, F.D.; PARRELA, N.N.L.D.; SCHAFFERT, R.E. In. BORÉM, A.; PIMENTEL, L. D.; PARRELA R.A. C. **Sorgo: do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2014.

- PEREIRA, J. R. A. Silagem de milho na Safrinha: Um investimento! 2015. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/185/silagem-de-milho-na-safrinha-um-investimento>>. Acesso em: 15 dez. 2017.
- PINHO, R. G. V.; VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. Influência da altura de corte das plantas nas características agrônômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n.2, p.266-279, 2006.
- PINHO, R. G. V.; VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.235-245, 2007.
- PIONEER. Nutrição animal: o mercado de silagem de milho no Brasil. **Informativo Pioneer**.2013.
- RESTLE, J.; NEUMANN, M.; ALVES FILHO, D.C.; PELLEGRINI, L.G.; SOUZA, A. N.M.; MEDEIRO, S.M. Avaliação de características qualitativas e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28, 2000, Pelotas. **Anais....** Pelotas: EPAGRO/EMATER, 2000, p.403-411.
- REZENDE, P. M.; ALCANTARA, H. P.; PASSOS, A. M. A.; CARVALHO, E. R.; BALIZA, D. P.; OLIVEIRA, G. T. M. Rendimento forrageiro da rebrota do sorgo em sistema de produção consorciado com soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.2, p. 362-368, 2011.
- RIBAS, P.M. O mercado de sorgo no Brasil: da colheita à comercialização. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. Palestra Simpósio: Sorgo na Alimentação Humana. Disponível em: <http://eventos.cnpms.embrapa.br/simposiosorgoah/>. Acesso em: 26 mar. 2014.
- ROCHA JR, V.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; BRITO, A.F.; BORGES, I. e RODRIGUEZ, N.M. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. II- Padrão de fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** v.52 n.5 Belo Horizonte out. 2000.
- SÁ JÚNIOR, A.; CARVALHO, L.G.; SILVA, F.F.; CARVALHO ALVES, M. . Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, Berlin, v. 108, p. 1-7, 2012.
- SENGER, C. C. D.; MÜHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B. PERES NETTO, D.; LIMA, L. D. Composição química e digestibilidade 'in vitro' de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p.1393-1399, nov-dez, 2005.
- SILVA, J. D. e QUEIROZ, A.C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002.
- SPOHR, R.B.; MAGGI, M.F.; CARLESSO, R.; KUNZ, J.H.; FIORIN, T.T. Irrigação na produção de silagem de milho e sorgo, em sucessão ao arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.4, p.469-474, 2005.

- VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous foods. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. **Journal of the Association of the Official Analytical Chemists**, Rockville, v.46, p.829-835, 1963.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.
- VIANA, A.C. Alternativas de cultivo para exploração do sorgo granífero. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n.278, p.4-6, 2014
- WEINBERG, Z.G.; SHATZ, O.; CHEN, Y.; YOSEF E, NIKBAHAT, M.; BEN-GHEDALIA, D.; MIRON, J. Effect of lactic acid bacteria inoculants on in vitro digestibility of wheat and corn silages. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.90, p. 4754-4762, 2007.
- WOOLFORD, M.K. The detrimental effect of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, Medford, v.68, p. 101-116, 1990.
- ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS,4 , Piracicaba,1991. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 1991, p.169-217

APENDICES

Tabela 5 – Custo operacional efetivo da primeira safra de milho e sorgo em R\$/hectare. (T1-M) Plantio de milho; (T2-M) Plantio de milho; (T3-S) Plantio de sorgo; (T4-S) Plantio de sorgo; (T5-S) Plantio de sorgo; (T6-M) Plantio de milho; (T7-S) Plantio de sorgo; (T8-M&S Co.) Plantio de milho e sorgo em consórcio.

Descrição	Especificação	VU (R\$)	Safra 1		Safra 1		Safra 1		Safra 1		Safra 1		Safra 1		Safra 1		Safra 1	
			Tratamento 1		Tratamento 2		Tratamento 3		Tratamento 4		Tratamento 5		Tratamento 6		Tratamento 7		Tratamento 8	
			Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total
A- Operações mecanizadas																		
A1- Preparo do solo																		
Aração (1x)	HM Tp 75cv+arado	42,27	3,00	126,81	3,00	126,81	3,00	126,81	3,00	126,81	3,00	126,81	3,00	126,81	3,00	126,81	3,00	126,81
Gradagem niveladora (2x)	HM Tp 75cv+grade	49,45	1,50	74,18	1,50	74,18	1,50	74,18	1,50	74,18	1,50	74,18	1,50	74,18	1,50	74,18	1,50	74,18
Calagem total	HM Tp 75cv+carreta	40,81	2,00	81,62	2,00	81,62	2,00	81,62	2,00	81,62	2,00	81,62	2,00	81,62	2,00	81,62	2,00	81,62
A2- Implantação																		
Plantio	HM Tp 75cv+plantadora	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81
A3- Tratos culturais																		
Aplicação de herbicida (1x)	HM Tp 75cv+pulv.bar.	45,26	1,00	45,26	1,00	45,26	1,00	45,26	1,00	45,26	1,00	45,26	1,00	45,26	1,00	45,26	1,00	45,26
Adubação (1x)	HM Tp 75cv+adubadora	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81
Subtotal A				409,49		409,49		409,49		409,49		409,49		409,49		409,49		409,49
B- Operações manuais																		
B1- Preparo do solo																		
Calagem	Homem-dia	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42
Plantio	Homem-dia	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42
B2- Tratos culturais																		
Pulverizações (2x)	Homem-dia	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42
Capina - 1x	Homem-dia	67,42	3,00	202,26	3,00	202,26	3,00	202,26	3,00	202,26	3,00	202,26	3,00	202,26	3,00	202,26	3,00	202,26
Adubação 1x	Homem-dia	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42
B3- Colheita																		
Colheita	R\$/tonelada	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42
Subtotal B				539,36		539,36		539,36		539,36		539,36		539,36		539,36		539,36
C- Insumos																		
C1- Fertilizantes																		
Calcário	R\$/tonelada	65,00	3,00	195,00	3,00	195,00	3,00	195,00	3,00	195,00	3,00	195,00	3,00	195,00	3,00	195,00	3,00	195,00
NPK 08.28.16	R\$/tonelada	1600,20	0,30	480,06	0,30	480,06	0,30	480,06	0,30	480,06	0,30	480,06	0,30	480,06	0,30	480,06	0,30	480,06
Uréia	R\$/tonelada	1100,00	0,20	220,00	0,20	220,00	0,20	220,00	0,20	220,00	0,20	220,00	0,20	220,00	0,20	220,00	0,20	220,00
KCL	R\$/tonelada	1000,00	0,20	200,00	0,20	200,00	0,20	200,00	0,20	200,00	0,20	200,00	0,20	200,00	0,20	200,00	0,20	200,00
C2- Fitossanitários																		
Espalhante	R\$/Litro	8,14	1,00	8,14	1,00	8,14	1,00	8,14	1,00	8,14	1,00	8,14	1,00	8,14	1,00	8,14	1,00	8,14
Inseticida	R\$/Litro	54,66	0,75	41,00	0,75	41,00	0,75	41,00	0,75	41,00	0,75	41,00	0,75	41,00	0,75	41,00	0,75	41,00
Formicida	R\$/Kg	4,20	3,00	12,60	3,00	12,60	3,00	12,60	3,00	12,60	3,00	12,60	3,00	12,60	3,00	12,60	3,00	12,60
C3- Herbicidas																		
Pré-plantio	R\$/Litro	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00
Pós emergente	R\$/Litro	17,30	1,00	17,30	1,00	17,30	1,00	17,30	1,00	17,30	1,00	17,30	1,00	17,30	1,00	17,30	1,00	17,30
C4- Sementes																		
Sementes Sorgo	R\$/kg	17,00		0,00		0,00	4,00	68,00	4,00	68,00	4,00	68,00		0,00	4,00	68,00	2,00	34,00
Sementes Milho	R\$/kg	19,00	20,00	380,00	20,00	380,00		0,00		0,00		0,00	20,00	380,00		0,00	10,00	190,00
Subtotal C				1564,10		1564,10		1252,10		1252,10		1252,10		1564,10		1252,10		1408,10
Custo Total (A+B+C)																		
Custo total	(R\$/ha)			2.512,94		2.512,94		2.200,94		2.200,94		2.200,94		2.512,94		2.200,94		2.356,94

Tabela 6 – Custo operacional efetivo da segunda safra de milho e sorgo em R\$/hectare. (T1-M) Plantio de milho; (T2-S) Plantio de Sorgo; (T3-S) Plantio de sorgo; (T4-Sr) Rebrotas de sorgo; (T5-M) Plantio de milho.

Descrição	Especificação	VU (R\$)	Safra 2		Safra 2		Safra 2		Safra 2		Safra 2	
			Tratamento 1		Tratamento 2		Tratamento 3		Tratamento 4		Tratamento 5	
			Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total
A- Operações mecanizadas												
A1- Preparo do solo												
Aração (1x)	HM Tp 75cv+arado	42,27	3,00	126,81	3,00	126,81	3,00	126,81	0,00	0,00	3,00	126,81
Gradagem niveladora (2x)	HM Tp 75cv+grade	49,45	1,50	74,18	1,50	74,18	1,50	74,18	0,00	0,00	1,50	74,18
Calagem total	HM Tp 75cv+carreta	40,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A2- Implantação												
Plantio	HM Tp 75cv+plantadora	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	0,00	0,00	1,00	40,81
A3- Tratos culturais												
Aplicação de herbicida (1x)	HM Tp 75cv+pulv.bar.	45,26	1,00	45,26	1,00	45,26	1,00	45,26	1,00	45,26	1,00	45,26
Adubação (1x)	HM Tp 75cv+adubadora	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81	1,00	40,81
Subtotal A				327,87		327,87		327,87		86,07		327,87
B- Operações manuais												
B1- Preparo do solo												
Calagem	Homem-dia	67,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantio	Homem-dia	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	0,00	0,00	1,00	67,42
B2- Tratos culturais												
Pulverizações (1x)	Homem-dia	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42
Capina - 1x	Homem-dia	67,42	3,00	202,26	3,00	202,26	3,00	202,26	3,00	202,26	3,00	202,26
Adubação 1x	Homem-dia	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42
B3- Colheita												
Colheita	R\$/tonelada	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42	1,00	67,42
Subtotal B				471,94		471,94		471,94		404,52		471,94
C- Insumos												
C1- Fertilizantes												
Calcário	R\$/tonelada	65,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NPK 08.28.16	R\$/tonelada	1600,00	0,20	320,00	0,20	320,00	0,20	320,00	0,20	320,00	0,20	320,00
Uréia	R\$/tonelada	1100,00	0,15	165,00	0,15	165,00	0,15	165,00	0,15	165,00	0,15	165,00
KCL	R\$/tonelada	1000,00	0,15	150,00	0,15	150,00	0,15	150,00	0,15	150,00	0,15	150,00
C2- Fitossanitários												
Espalhante	R\$/Litro	8,14	1,00	8,14	1,00	8,14	1,00	8,14	1,00	8,14	1,00	8,14
Inseticida	R\$/Litro	54,66	0,75	41,00	0,75	41,00	0,75	41,00	0,75	41,00	0,75	41,00
Formicida	R\$/Kg	4,20	3,00	12,60	3,00	12,60	3,00	12,60	3,00	12,60	3,00	12,60
C3- Herbicidas												
Pré-plantio	R\$/Litro	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00	0,00	0,00	1,00	10,00
Pós emergente	R\$/Litro	17,30	1,00	17,30	1,00	17,30	1,00	17,30	1,00	17,30	1,00	17,30
C4- Sementes												
Sementes Sorgo	R\$/kg	17,00	0,00	0,00	4,00	68,00	4,00	68,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sementes Milho	R\$/kg	19,00	20,00	380,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	380,00
Subtotal C				1104,04		792,04		792,04		714,04		1104,04
Custo Total (A+B+C)												
Custo total	(R\$/ha)			1.903,84		1.591,84		1.591,84		1.204,63		1.903,84