

**PRODUTIVIDADE DO SORGO CONSORCIADO COM FEIJÃO GUANDU E CAPIM
MARANDU EM DOIS ESPAÇAMENTOS E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA
ANTES E APÓS A ENSILAGEM**

ELCIO RICARDO JOSÉ DE SOUSA VICENTE

**PRODUTIVIDADE DO SORGO CONSORCIADO COM FEIJÃO GUANDU E CAPIM
MARANDU EM DOIS ESPAÇAMENTOS E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA
ANTES E APÓS A ENSILAGEM**

ELCIO RICARDO JOSÉ DE SOUSA VICENTE

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador:
Prof. Dr. Edemar Moro

633.2
V632p

Vicente, Elcio Ricardo José de Sousa.
Produtividade do sorgo consorciado com feijão
guandu e capim marandu em dois espaçamentos e
composição bromatológica antes e após a
ensilagem / Elcio Ricardo José de Sousa Vicente –
Presidente Prudente, 2016.

72f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) -
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste,
Presidente Prudente, SP, 2016.

Bibliografia.

Orientador: Prof. Dr. Edemar Moro.

1. Forrageiras. 2. *Sorghum bicolor*. 3. *Cajanus
cajan*. 4. *Urochloa brizantha*. I.Título. II. Autor.

ELCIO RICARDO JOSÉ DE SOUSA VICENTE

**PRODUTIVIDADE DO SORGO CONSORCIADO COM FEIJÃO GUANDU E CAPIM
MARANDU EM DOIS ESPAÇAMENTOS E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA
ANTES E APÓS A ENSILAGEM**

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de concentração: Produção Vegetal.

Presidente Prudente, 11 de março de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edemar Moro
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente - SP

Prof. Dr^a. Marilice Zundt Astolpho
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente - SP

Prof. Dr. Cristiano Magalhães Pariz
Universidade Estadual Paulista - Unesp
Botucatu - SP

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha querida filha Laura Helena T. G. Vicente e namorada Andressa K. R. Neves, que estiveram presentes na minha vida, e em todos os momentos de sua realização.

A meus pais e irmãos, pela força na luta por esta conquista.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção e bênçãos, por ter estado sempre comigo ao longo desta jornada, guiando meus passos, me dando forças para vencer os obstáculos da vida.

A Ceres Sementes do Brasil LTDA pelo financiamento do projeto e concessão de bolsa de mestrado

Ao professor orientador, Dr. Edemar Moro, pela confiança, amizade, e conselhos, por aprimorar meus conhecimentos durante minha caminhada científica.

À minha querida filha Laura Helena Teresa Gazoni Vicente, razão do meu viver, pelo amor, paciência e compreensão pelas minhas ausências.

À minha namorada Andressa Karoline de Rocco Neves pela grande ajuda amor, incentivo e compreensão.

Aos meus familiares pelos incentivos feitos a mim.

Ao professor Dr. Frank Akiyoshi Kuwahara, pelo companheirismo, por todas as ajudas, explicações e conhecimentos transmitidos.

A todos os professores que me incentivaram e que não se importaram em repassar os conhecimentos.

Aos funcionários e estagiários do Laboratório de Nutrição Animal da Unoeste, em especial ao Amandio Oliveira da Silva Junior.

Aos alunos e estagiários de agronomia, veterinária e zootecnia, que me ajudaram para a realização do experimento.

A todos aqueles que auxiliaram e contribuíram de forma direta e indireta para que este trabalho se realizasse.

*“Não importa o que você seja,
quem você seja ou
o que deseja na vida.
A ousadia em ser diferente
reflete na sua personalidade,
no seu caráter, naquilo que você é.
E é assim que as pessoas lembrarão de você um dia.”
(Ayrton Senna)*

RESUMO

Produtividade do sorgo consorciado com feijão guandu e capim marandu em dois espaçamentos e composição bromatológica antes e após a ensilagem

O objetivo do projeto foi avaliar a produtividade e qualidade de silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) solteiro e consorciado com *Brachiaria brizantha* (sin *Urochloa brizantha*) cv. Marandu; e feijão guandu (*Cajanus cajan*) cv. BRS Mandarin. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, localizada no município de Presidente Bernardes-SP, de dezembro de 2014 a maio de 2015. O delineamento experimental foi em faixas em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por dois espaçamentos entre linhas do sorgo (0,45 e 0,90 m), combinados com quatro formas de cultivo (T1 sorgo solteiro, T2 sorgo consorciado com capim Marandu, T3 sorgo consorciado com feijão-guandu (cv. BRS Mandarin) e T4 sorgo em consórcio com capim Marandu + feijão guandu (cv. BRS Mandarin)). As variáveis avaliadas foram: altura do sorgo; diâmetro do colmo do sorgo; número de folhas do sorgo; proporção/sorgo/feijão guandu/capim Marandu da silagem; produtividade de massa verde (PMS) e massa seca (PMS); análise bromatológica da silagem. Foram coletadas fitomassas aos 150 dias após a semeadura para quantificação do material vegetal e análises bromatológicas. Os dados foram submetidos ao programa estatístico SISVAR, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A maior PMV ocorreu no espaçamento 0,45m, para o sorgo solteiro e quando consorciado com capim Marandu e feijão guandu (consórcio triplo). O espaçamento entre as linhas de sorgo influenciou os resultados das análises. O consórcio do sorgo com capim Marandu e feijão guandu proporcionou aumento médio no teor de proteína bruta em 27% antes da silagem e 22% após a ensilagem em relação ao sorgo solteiro.

Palavras-chave: *Cajanus cajan*, Forrageiras, *Sorghum bicolor*, *Urochloa brizantha*.

ABSTRACT

Sorghum intercropped productivity with bean and grass guandu marandu two spacings and chemical composition before and after silage

The project objective was to evaluate the productivity and quality of sorghum silage (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) single and intercropped with *Brachiaria brizantha* (sin *Urochloa brizantha*) cv. Marandu; and pigeon pea (*Cajanus cajan*) cv. BRS Mandarin. The experiment was conducted at the Experimental Farm of the University of West Paulista - UNOESTE located in the municipality of Presidente Bernardes, SP, from December 2014 to May 2015. The experimental design was factorial on tracks 2 x 4, with four replications. The treatments consisted of two row spacings sorghum (0.45 and 0.90 m), combined with four types of crops (sorghum single T1, T2 sorghum intercropped with grass Marandu T3 sorghum intercropped with pigeon pea (cv. BRS Mandarin) and T4 sorghum intercropped with grass Marandu + pigeon pea (cv. BRS Mandarin)). The variables evaluated were: height of sorghum; diameter of sorghum stalk; sorghum number of sheets; proportion / sorghum / pigeon pea beans / Marandu grass silage; green mass productivity (GMP) and dry matter (DMP); chemical analysis of silage. Fitomassas were collected at 150 days after sowing for quantification of plant material and chemical analysis. The data were submitted to SISVAR statistical program, and the averages compared by Tukey test at 5% probability. Most GMP occurred in spacing 0,45 m, for sorghum single and when intercropped with grass Marandu and pigeon pea (triple intercrop). The spacing between the lines sorghum influence the test results. Sorghum intercropped with grass Marandu and pigeon pea in an average increase in crude protein content of 27% before and 22% silage after ensiling in relation to the single sorghum.

Keywords: *Bicolor sorghum*, *Cajanus cajan*, forage, *Urochloa brizantha*.

LISTA DE SIGLAS

AOAC	– Official methods of analysis of AOAC International
cm	– Centímetro
C/N	– Relação Carbono/Nitrogênio
CNPMS	– Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo
CONAB	– Companhia Nacional de Abastecimento
CTC	– Capacidade de Troca de Cátions
DIVMS	– Digestibilidade <i>In Vitro</i> da Matéria Seca
dm	– Decímetro
dm ⁻³	– Decímetro Cúbico
EE	– Extrato Etéreo
EMBRAPA	– Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	– Food and Agriculture Organization of the United Nations
FB	– Fibra Bruta
FDA	– Fibra em Detergente Ácido
FDN	– Fibra em Detergente Neutro
g	– Grama
ha ⁻¹	– Hectare
IAF	– Índice de Área Foliar
kg ⁻¹	– Kilograma
L	– Litro
M	– Metro
m ²	– Metro Quadrado
m ³	– Metro Cúbico
MF	– Massa Fresca
ml	– Mililitro
mm	– Milímetro
mmol _c	– Milimol
mg	– Miligrama
MO	– Matéria Orgânica
N	– Nitrogênio
NDT	– Nutrientes Digestíveis Totais
PB	– Proteína Bruta
PMS	– Produtividade de Massa Seca
PMV	– Produtividade de Massa Verde
PVC	– Policloreto de Vinila
SB	– Solubilidade de Base
ton	– Tonelada
%	– Porcentagem

LISTA DE TABELAS

TABELA 1-	Produção de silagem ($t\ ha^{-1}$) em sistema solteiro do sorgo e em consórcios com capim Marandu e feijão guandu, em dois espaçamentos.....	38
TABELA 2-	Produtividade de massa seca, altura, número de folhas, diâmetro do colmo do sorgo solteiro e consorciado com capim Marandu e/ou feijão guandu em dois espaçamentos.....	41
TABELA 3-	Médias da % da matéria seca do sorgo, do capim Marandu e do feijão guandu em dois espaçamentos.....	42
TABELA 4-	Composição bromatológica do capim Marandu nos consórcios com sorgo e com sorgo e feijão guandu em dois espaçamentos após o corte.....	46
TABELA 5-	Composição bromatológica do feijão guandu nos consórcios com sorgo e capim Marandu em dois espaçamentos, após o corte.....	47
TABELA 6-	Composição bromatológica da matéria seca antes da silagem nos respectivos tratamentos e espaçamentos.....	51
TABELA 7-	Composição bromatológica da silagem de sorgo e seus consórcios, abertos em diferentes tempos, nos respectivos tratamentos e espaçamentos.....	52
TABELA 8-	Composição bromatológica da silagem de sorgo e seus consórcios, nos respectivos tratamentos e espaçamentos.....	57

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO	15
3	REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1	Características do Oeste Paulista	16
3.2	Cultura do sorgo	17
3.3	Sorgo: qualidade e fonte de silagem	21
3.4	Consórcios de plantas forrageiras	26
3.5	Espaçamentos entre linhas	28
4	MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1	Localização e caracterização da área experimental	31
4.2	Delineamento experimental e tratamentos	31
4.3	Instalação e condução do experimento	31
4.4	AVALIAÇÕES	33
4.4.1	Altura do sorgo.....	33
4.4.2	Diâmetro do colmo do sorgo.....	33
4.4.3	Número de folhas do sorgo.....	33
4.4.4	Matéria verde e seca do sorgo, capim marandu e feijão guandu.....	33
4.4.5	Proporção/sorgo/feijão guandu/capim da silagem.....	34
4.4.6	Produção de silagem e massa seca.....	34
4.4.7	Análise bromatológica.....	35
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1	Análises quantitativas	37
5.2	Análises bromatológicas	42
5.2.1	Matéria seca (MS).....	44
5.2.2	Proteína bruta (PB).....	48
5.2.3	Fibra em detergente neutro (FDN).....	49
5.2.4	Fibra em detergente ácido (FDA).....	53
5.2.5	Lignina.....	53
5.2.6	Nutrientes digestíveis totais (NDT).....	54
5.2.7	Extrato etéreo.....	54
5.2.8	Matéria mineral.....	54
5.2.9	pH.....	55

5.2.10 Efluentes.....	55
6 CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

A atividade agropecuária da região Oeste do Estado de São Paulo passou por diversos ciclos. A pecuária já teve seu auge, mas atualmente as áreas com pastagem se encontram com baixa capacidade de suporte de animais. As práticas de correção de solo (calagem, gessagem, fosfatagem) são imprescindíveis e muitas vezes por questões de sistematização é necessário o preparo convencional da área. Quando o sistema realizado é o plantio direto muitas vezes a espécie forrageira precisa ser substituída por ter muitas falhas e presença de plantas daninhas. Em ambas as situações (sistema convencional ou plantio direto) a área com pasto será reduzida, nesse caso, um planejamento forrageiro bem definido deverá ser a estratégia a ser usada para suprir a demanda por forragem.

No oeste do Estado de São Paulo, assim como nas principais regiões produtoras de sorgo no Brasil, o principal fator limitante de culturas implantadas no outono-inverno é a disponibilidade hídrica. A escassez e distribuição irregular das chuvas constituem elevados riscos de perdas de produtividade de outras culturas graníferas, especialmente o milho, pois, quando a deficiência hídrica coincide com períodos de maior sensibilidade da cultura, como o florescimento, a redução da produção de grãos pode ser elevada (FREITAS et al., 2014).

Na atividade pecuária um dos principais desafios é a recuperação das pastagens degradadas, a produção sustentável de forragem, principalmente na entressafra, além da implantação de métodos mais eficientes e econômicos, visando aumentar a taxa de lotação bovina por hectare, além de uma maior rotação e desfrute anual de animais.

O sorgo é uma das culturas mais indicadas para produção de silagem e ao mesmo tempo recuperação de pastagens degradadas. Isso porque é uma espécie com grande capacidade de produzir fitomassa e por sua rusticidade, principalmente em relação ao déficit hídrico que é comum no oeste paulista.

A variabilidade genética do sorgo permite a obtenção de um grande número de híbridos com características agronômicas e valor nutritivo diferente, e conseqüentemente variações quanto à produtividade e qualidade da forragem produzida (PEDREIRA et al., 2003).

Existem poucas informações sobre o espaçamento mais adequado entre fileiras e densidade de semeadura das cultivares de sorgo, ainda mais em

relação aos diversos híbridos atualmente existentes, bem como, muito menos ainda a respeito dos espaçamentos entre consórcios. É necessário obter mais definições sobre o arranjo ideal de plantas, para que sejam melhores explorados os nutrientes do solo, bem como a água e a luz solar, nas mais diversas regiões, tornando-as mais eficiente e assim, podendo expressar todo o seu potencial produtivo.

A qualidade bromatológica da silagem de sorgo é inferior quando comparada a silagem de milho. Porém, a qualidade da silagem do sorgo pode ser melhorada consorciando a cultura com o capim Marandu e com o feijão guandu.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade das culturas (sorgo, capim Marandu e feijão guandu) e a qualidade das silagens: de sorgo em cultivo solteiro e consorciado (capim Marandu e com feijão guandu) em dois espaçamentos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Características do Oeste Paulista

O Oeste Paulista, é composto por 32 municípios, soma pouco mais de 74 milhões de km² ou aproximadamente 34,5% do território do estado de São Paulo (SENSAGENT, 2014), e o uso do solo é predominantemente destinado à pecuária extensiva e mais recentemente ao cultivo de cana-de-açúcar.

Segundo Salomão (1994), as principais classes de solos encontradas no Oeste Paulista são o Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho, sendo que todos apresentam textura média ou arenosa/média.

Climatologicamente, o Oeste Paulista está localizado em uma faixa de transição climática, entre as zonas de domínio das massas tropicais e polares, além das perturbações frontais. Neste aspecto, uma das principais características é a variabilidade climática existente na região (NUNES, 2002), ocorrendo a maior concentração pluvial nos meses de primavera/verão.

Segundo Barrios (1995), o Oeste Paulista sofre também a atuação e choque dos sistemas inter e extratropicais durante todo o ano, sendo que, a maior parte do agrossistema do Oeste do Estado de São Paulo encontra-se próximo à média que é de 1.300mm.

Nunes (2002) relata que não existe uma regularidade pluviométrica, ou seja, o que se verifica para a região oeste do Estado de São Paulo é uma variabilidade das chuvas que, dependendo do encadeamento dos sistemas atmosféricos atuantes ao longo do ano, pode ocasionar períodos de maior ou menor quantidade de chuvas.

Conhecido por veranico, os períodos de estiagem em pleno verão, ocorrem com frequência no oeste paulista, e que por isso, limita a produção de outras culturas, faz com que a cultura do sorgo tenha um papel significativo, podendo vir a substituir lavouras importantes como a de soja e milho.

Portanto, conforme Nunes (2002), a região do Oeste Paulista, devido a sua posição geográfica, apresenta uma peculiaridade comum ao regime pluviométrico dos trópicos úmidos, ou seja, registra uma estação chuvosa e quente (outubro a março) e outra menos chuvosa, de temperaturas amenas (abril a

setembro), muito influenciadas pela trajetória das massas de ar, principalmente a Massa Polar Atlântica.

A deficiência hídrica é um dos mais severos estresses ambientais, com efeitos evidentes no crescimento e na produtividade vegetal, e prejudica mais que todos os outros estresses combinados podendo ocorrer em qualquer local, mesmo em regiões úmidas (RAMPINO et al., 2006; WANG; VINOGRAD; ALTMAN, 2003).

Por se adaptar bem a variedades de ambientes, principalmente sob condições de deficiência hídrica, desfavoráveis à maioria dos outros cereais, a cultura do sorgo tem sido uma boa opção para cultivo no oeste paulista como demonstrado por Freitas et al. (2009b).

O Oeste paulista, é uma região tradicionalmente pecuarista, mas é marcado por pastagens degradadas ou em estado avançado de degradação, o que leva a uma baixa eficiência da ocupação bovina. Estima-se que entre 27% e 42% do total dos 190 milhões de hectares de pastagens cultivadas no Brasil, estejam degradadas (SILVA et al., 2013).

3.2 Cultura do sorgo

Conhecido popularmente por sorgo, essa planta pertence ao Reino Plantae, Divisão Magnoliophyta (Angiospermas), Classe Liliopsida (Monodicotiledonea), Ordem Poales, Família Poaceae (Gramíneas), Gênero *Sorghum*, Espécie *Sorghum Bicolor*.

Situa-se em quinto lugar entre os cereais mais plantados no mundo, depois do milho, trigo, arroz e cevada, com produção mundial em 2012 de 57,0 milhões de toneladas, em uma área de 38,2 milhões de hectares (FAO, 2014). É utilizado como principal fonte de alimento em grande parte dos países da África, Sul da Ásia e América Central e é importante componente da alimentação animal nos Estados Unidos, Austrália e América do Sul (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2010). Segundo Rooney e Waniska (2000), mais de 40% da produção mundial é usada para o consumo humano.

Têm sua origem no quadrante noroeste do continente africano, abaixo do deserto do Saara, provavelmente nas regiões atuais dos países da Etiópia e Sudão, onde se encontram as maiores variabilidades de espécies cultivadas e silvestres. Nessas regiões onde se encontra o gênero ancestral, com número básico

de cinco cromossomas, foi provavelmente “domesticado” a cerca de 7000 mil anos, por meio da seleção de espécies silvestres, *Sorghum arundinaceum* e/ou *Sorghum verticilliflorum* (SANTOS; CASELA; WAQUIL, 2005).

Foi distribuído por toda a África, através das rotas de comércio, teria se estendido até a Índia há 3000 mil anos, alcançando o extremo Oriente, chegando primeiramente à China pela rota da seda no século III, utilizando-se dos meios comerciais terrestres e marítimas (SANTOS; CASELA; WAQUIL, 2005; EMBRAPA MILHO E SORGO, 2010). No ano de 700 a.C., este cereal já havia se movido da Índia para os países mediterrâneos, notadamente na Itália via Arábia (SANTOS; CASELA; WAQUIL, 2005). Por volta de 60 a 70 anos D.C já se encontrava por toda Europa.

Para as Américas, foi levado na metade do século XIX, sendo introduzido inicialmente no Caribe, com os nomes de “Milho d’Angola” ou “Milho da Guiné” (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2010).

A primeira lavoura comercial nos Estados Unidos foi feita em 1853, e em 1857, o Departamento de Agricultura daquele país lançou a primeira cultivar “moderna” de sorgo do mundo, já com manipulação genética pelo homem. Foi extensivamente plantado nos Estados Unidos, na primeira década do século XX, para produção de xarope ou melaço, utilizando-se materiais extremamente altos, que se assemelham com os forrageiros de hoje em dia, que dificultavam a colheita e apresentavam ciclos muito longos (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2010).

A consolidação desta espécie se deu no início da década de 60, quando, cientistas americanos desenvolveram os materiais híbridos, dispersando o plantio da cultura para diversos países do mundo, como, Argentina, México, Austrália, China, Colômbia, Venezuela, Nigéria, Sudão, Etiópia e Brasil, tornando-se hoje, o Brasil, um dos dez maiores produtores mundiais de sorgo (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2010).

No Brasil, a entrada do sorgo, ocorreu, portanto de duas formas: a primeira, idêntica à América do Norte, por meio de sementes trazidas pelos navios negreiros e espalhadas nas áreas de plantio da cana-de-açúcar no Nordeste brasileiro e, a segunda, com a importação de materiais melhorados (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2008).

No ano de 1977, o Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo (CNPMS) incluiu no seu programa de melhoramento, trabalhos com o sorgo,

desenvolvendo novas cultivares adaptadas as condições brasileiras (SCHAFFERT, 1986; ANDRADE; OLIVEIRA, 1988).

O sorgo é uma planta C4, de ciclo curto (ROMAN et al., 1998), e com altas taxas fotossintéticas, gerando como primeiro produto da fotossíntese um composto com quatro carbonos, o que proporciona um metabolismo mais eficiente, podendo contribuir para o aumento da produção de biomassa (CUNHA; SEVERO FILHO, 2010; AMADUCCI; MONTI; VENTURI, 2004; ANTONOPOULOU et al., 2008; BILLA et al., 1997; ZHAO et al., 2009).

Pode ser cultivada tanto em zonas temperadas como em tropicais; possui alta produção de massa verde (MV) (28,6 a 137,7 ton/ha) e massa seca (MS) (8,9 a 39,5 ton/ha), quando comparada com a do milho (29,4 a 59,4 ton/ha de MV e 11,4 a 23 ton/ha de MS); é uma das plantas mais eficientes fotossinteticamente (usa o ciclo C4, a forma mais eficiente de fotossíntese, encontrados somente nas culturas de cana e milho); possui ciclo vegetativo curto (alguns híbridos atingem a maturidade em menos de 75 dias e podem fornecer três colheitas por ano), sendo adequado para rotação de culturas, além de ser tolerante à seca, alagamento, toxicidade, salinidade e acidez do solo (PAZIANI; DUARTE, 2006; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996).

Para cultivo anual e, por apresentar maior tolerância à deficiência hídrica, o sorgo é cultivado para a produção de grãos principalmente na safrinha após a colheita da safra de verão em épocas de semeadura tardias quando sua produtividade é superior à do milho (FREITAS et al., 2009a).

Segundo Ribas (2010), o sorgo adapta-se a situações de déficit hídrico e às condições de baixa fertilidade dos solos que oferecem maiores riscos a outras culturas. Isto possibilita sua expansão em regiões com distribuição irregular de chuvas e, até mesmo, seu uso em sucessão a culturas de verão (COELHO et al., 2002).

Em condições de estresse hídrico, a planta diminui o metabolismo, murcha (hiberna) e tem um poder extraordinário de recuperação quando o estresse é interrompido (MAGALHÃES; DURÃES; RODRIGUES, 2010).

É uma planta que na sua maioria necessita de temperaturas acima de 20°C para seu crescimento e desenvolvimento, permitindo assim que a cultura seja apta a se desenvolver e expandir em regiões de cultivo com distribuição irregular de

chuvas e em sucessão às culturas de verão, elevada produção de massa a ser ensilada e à alta capacidade de rebrote (RODRIGUES FILHO et al., 2006).

A maior parte dos materiais genéticos do sorgo requer temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento, tolerando o déficit de água e o excesso de umidade do solo, mais do que a maioria dos outros cereais (EMBRAPA, 2010; REISI; ALMODARES, 2008). Diniz (2010) relata que o sorgo é sensível a baixas temperaturas noturnas, e que a temperatura ótima para o seu crescimento está por volta de 33-34°C e, acima de 38°C e abaixo de 16°C, a produtividade decresce.

A literatura tem mostrado que existem diferentes temperaturas ótimas para a cultura do sorgo, ou seja, a temperatura ótima varia com a cultivar e que 5° C acima do valor da temperatura ótima noturna pode reduzir até 33% a produtividade.

De acordo com Ribas (2008), o sorgo é cultivado em áreas e situações ambientais muito secas e/ou muito quentes, onde a produtividade de outros cereais é antieconômica.

Aguiar, Moraes e Guimaraes (2007) relatam que, no Brasil Central, mais especificamente na região dos Cerrados, embora o cultivo do sorgo seja feito em diversas condições climáticas por ser uma cultura de ampla adaptação, considerando a variabilidade temporal e espacial do clima, pode-se observar que durante todo o ciclo da cultura a temperatura é superior a 18 °C e raramente ocorrem geadas. A temperatura noturna em momento nenhum local ultrapassa valores superiores as 30°C, inclusive, segundo a literatura apresenta valores abaixo da temperatura noturna ótima. Pode, inclusive, ser em alguns locais onde a altitude é mais elevada, a temperatura noturna ser baixa prejudicando o desempenho das plantas (AGUIAR; MORAES; GUIMARAES, 2007).

Apesar de o sorgo ser uma cultura de clima quente, com mecanismos eficientes de tolerância à seca, existem variedades adaptadas às mais diferentes condições climáticas, inclusive a locais de baixa temperatura (RODRIGUES, 2010).

Segundo a Wisconsin Corn Agronomy (2001), citado por Aquino (2005), para alcançar altas produtividades, o sorgo requer dias e noites quentes, com temperaturas médias acima de 25°C, atingindo a maturidade entre 90 e 140 dias. No entanto, existem variações de comportamento em função das cultivares e, temperaturas noturnas elevadas, podem diminuir a produtividade da cultura, devido ao aumento da taxa respiratória (EASTIN et al., 1978).

Resende et al. (2009) relatam que, mais de 90% do sorgo produzido no Brasil é cultivado na segunda safra, com o aproveitamento das últimas chuvas e do adubo residual da cultura anterior.

O sorgo também possui a vantagem de apresentar um menor custo de produção, pois possibilita a realização de mais de um corte a partir de uma única semeadura, no uso de sementes e, ainda, pela possibilidade de uso mais intensivo da terra (REZENDE et al., 2005).

São classificados agronomicamente em quatro grupos: granífero; forrageiro para silagem e/ou sacarino; forrageiro para pastejo, corte verde, fenação e cobertura morta e sorgo vassoura (OLIVETTI; CAMARGO, 1997).

A estimativa da área plantada de sorgo na safra 2013/2014 no Brasil foi de 786,9 mil hectares com rendimento médio de produção de 2,84 toneladas, apresentando aumento de 0,7% em relação à safra anterior (CONAB, 2013), no entanto, veio a sofrer uma pequena redução, na estimativa da safra de 2014/2015.

3.3 Sorgo: qualidade e fonte de silagem

O planejamento forrageiro serve para adequar a quantidade de forragem produzida ao número de animais da propriedade e suas exigências nutricionais, por um período pré-determinado. Portanto, um bom planejamento forrageiro significa produzir volumosos, seja na forma de pastagens ou na forma de alimento conservado em alguma de suas formas, que pode variar desde silagens, fenos ou pré-secados.

A utilização de silagem como forma de suplementação nos sistemas de produção de carne e leite torna-se cada vez mais evidente entre os pecuaristas (RESTLE et al., 2002).

A ensilagem é uma técnica que consiste em preservar forragens por meio de fermentação anaeróbica, após seu corte, picagem, compactação e vedação em silos. O produto final dessa fermentação, denominado silagem, é obtido pela ação de microorganismos sobre os açúcares presentes nas plantas com a produção de ácidos, resultando em queda do pH até valores próximos de 4 (SILVA apud OBEID et al., 2002).

O pH de um alimento além de ser empregado como parâmetro na qualificação da ensilagem, é um dos principais fatores que determina a proliferação

e a sobrevivência dos microrganismos presentes (AMARAL et al., 2007). De acordo com Cherney e Cherney (2003), o pH é um bom indicador da qualidade de fermentação em silagens com baixo teor de MS, não sendo adequado para silagens com alto teor de MS. Valores de pH entre 3,8 e 4,2 são considerados adequados às silagens bem conservadas, pois nessa faixa se tem a restrição das enzimas proteolíticas da planta e de enterobactérias e clostrídeos (TOMICH et al., 2004). Entretanto, não só o valor final do pH é importante para a conservação da silagem, mas também a rápida acidificação do meio, pois irá desnaturar de forma eficiente a maioria das enzimas que degrada as proteínas (VILELA, 1998).

Mais importante do que o pH final da massa ensilada é a velocidade de queda do pH, pois forrageiras ensiladas com adequado teor de MS estabilizam o pH normalmente em cinco dias de fermentação, com o mínimo de perdas na qualidade nutricional da silagem (ARAÚJO, 2006).

Além disso, ainda, segundo Araújo (2006) silagens com baixo teor de MS produzem quantidade elevada de efluentes, os quais arrastam considerável quantidade de nutrientes altamente digestíveis. A produção de efluentes está diretamente relacionada aos teores de MS do material ensilado, pois a forragem excessivamente úmida propicia condições favoráveis à fermentação butírica, favorecendo também a perda de princípios nutritivos pela lixiviação (EVANGELISTA et al., 2005). É possível identificar a tendência de diminuição da produção de efluentes à medida que se aumentam os teores de MS dos materiais antes e depois da ensilagem.

A qualidade e o valor nutritivo de uma silagem dependem, fundamentalmente, da cultivar utilizada, do estágio de maturação no momento do corte e da natureza do processo fermentativo, o que refletirá diretamente na composição química e no desempenho animal (VILELA, 1985; RODRIGUES; SILVA; GONÇALVES, 1996).

Segundo Bishnoi, Oka e Fearon (1993), Ruggieri, Tonani e Guim (1995) e Rodrigues, Silva e Gonçalves (1996), uma silagem de alta qualidade é produzida se forem seguidas recomendações básicas durante a sua produção, entre as quais se destacam o tamanho da partícula, a eficiente e a imediata vedação do silo, a determinação do momento ideal de colheita (estádio de maturação), o pH, o tempo de ensilagem, o conteúdo de matéria seca (MS) e a temperatura.

Na maioria dos casos, o ponto ideal para ensilagem é quando a planta forrageira atinge 28% a 35% de MS (FERREIRA, 2001), fase que, em espécies como o milho e o sorgo, coincide com a máxima qualidade nutricional. Entretanto, a *Brachiaria spp.* e outras gramíneas perenes tropicais, quando atingem esse ponto, já perderam grande parte do seu valor nutritivo (ANDRADE; GOMIDE 1971; SILVEIRA, 1975). Assim, para aperfeiçoar o aproveitamento de nutrientes dessas forrageiras, o corte deve ser feito em idades mais jovens (60 a 70 dias ou menos), quando, no entanto, as plantas apresentam baixos teores de MS, o que, associado aos baixos teores de carboidratos solúveis e à elevada capacidade tamponante, características intrínsecas de gramíneas tropicais perenes, pode prejudicar o processo de fermentação e comprometer a qualidade final da silagem (NUSSIO, 2001; REIS; CONAN, 2001).

Para alimentação animal, o sorgo é usado sob forma de forragem verde, feno, silagem e grãos (MARCHEZAN; SILVA, 1984; SHOWEMIMI et al., 2002; NEUMANN et al., 2002b; OLIVEIRA, 1986; JAFARINA; ALMODARES; KHORVASH, 2005; ROONEY et al., 2007). Sua adaptabilidade para a produção de silagem está ligada ao seu avantajado porte, que pode variar de um a quatro metros de altura (DINIZ, 2010), associado com a boa produtividade de grãos e altos teores de açúcares (TEIXEIRA et al., 1999), porém, com qualidade inferior à produzida com milho (NUSSIO, 1993).

A utilização do sorgo como silagem, tem se apresentado como uma boa alternativa principalmente em regiões onde ocorrem períodos de estiagem, que normalmente limitam a produção do milho (RODRIGUES FILHO et al., 2006), destacando-se, portanto, nessas áreas que apresentam particularidades edafoclimáticas as quais impedem o real desenvolvimento do potencial produtivo de outras culturas (NEUMANN, 2001; NEUMANN et al., 2005).

O primeiro passo para se fazer uma silagem de alta qualidade, é a escolha da cultivar, que deve ser adaptada a região, além de se levar em consideração as características agronômicas, tais como alta produção de forragem, alta produtividade de grãos, boa estabilidade, maior proporção de folhas, boa arquitetura foliar, manutenção das folhas e colmos verdes no final do ciclo (stay green), alta digestibilidade de fibra, alta relação grãos/MS, resistência a pragas e a doenças, adaptação às condições edafoclimáticas, resistência ao acamamento e

quebramento do colmo, ciclo vegetativo compatível com o manejo de corte da planta para ensilar (COELHO et al., 1991).

Época de semeadura e o manejo cultural são também fatores muito importantes e devem ser levados em consideração, onde o sorgo para produção de silagem deve ser semeado no início das primeiras chuvas do ano agrícola (COELHO et al., 1991).

A época de colheita para ensilagem é outro fator determinante para a qualidade final da silagem de sorgo, pois o estágio de maturação dos grãos de sorgo no momento do corte refletirá a composição química de sua silagem e, conseqüentemente, o desempenho animal (VILELA, 1985; RODRIGUES; SILVA; GONÇALVES, 1996), onde o estágio farináceo é tecnicamente o mais recomendado para a colheita para ensilagem, por apresentar maior produtividade acumulada de grãos na MS total da planta.

Existem diferentes espécies para produção de silagem. No entanto o sorgo destaca-se em produção de biomassa e adaptação a condições adversas de clima e solo. Segundo Ribas (2003), a cultivar, fotoperíodo e temperatura são fatores que determinam o número de folhas no sorgo. O número total de folhas numa planta varia de 7 a 30. O comprimento da folha pode chegar a mais de 1 metro, enquanto que a largura, de 0,5 a 15 cm. A altura da planta de sorgo pode variar de 0,4 a 4m, sendo essa uma herança governada por quatro genes que atuam de forma independente e aditiva (MAGALHÃES; DURÃES; RODRIGUES, 2003).

A semeadura de cultivares de sorgo adaptadas aos sistemas de produção e às condições ambientais da região de cultivo, além do manejo adequado da cultura, constitui fator importante para a maximização da produção de massa verde (PMV), MS e de grãos utilizada na alimentação animal (SANTOS; GRANJEIRO, 2013).

A cultura do sorgo, segundo Rodrigues (2014), tem sido utilizada no processo de ensilagem, principalmente por sua facilidade de cultivo, altos rendimentos, tolerância à seca e capacidade de explorar grande volume de solo. Também apresenta um sistema radicular abundante e profundo e permite cultivar a rebrota. Isso é possível quando a cultura é submetida a manejo adequado e, especialmente, pela qualidade da silagem produzida, sem uso de aditivo para estimular a fermentação (RODRIGUES, 2014).

O sorgo forrageiro, segundo Fernandes, Garcia e Pires (2009) é uma das plantas mais indicadas para produção de silagem, por apresentar elevado rendimento e características que favorecem o perfil de fermentação desejável, como adequados teores de MS e de substratos fermentescíveis, além de baixo poder tampão. Além disso, dentre as espécies forrageiras destinadas à ensilagem, o sorgo é uma planta adaptada ao processo, em virtude de suas características fenotípicas, as quais determinam facilidade de semeadura, manejo, colheita e armazenamento, aliadas ao alto valor nutritivo e concentração de carboidratos solúveis, essenciais para uma adequada fermentação láctica, bem como aos rendimentos significativos de massa seca por unidade de área (NEUMANN et al., 2002a; DALLA CHIESA et al., 2008).

Diversos fatores interferem no valor nutritivo das forrageiras, sendo o estágio de desenvolvimento da planta um dos mais importantes, pois apresenta ampla relação com sua composição bromatológica e digestibilidade (GOMES, 2003).

O desenvolvimento vegetativo das plantas forrageiras é acompanhado de mudanças em sua composição, ocorrendo uma elevação no teor de MS, além de queda nos teores de PB, carboidratos solúveis e fósforo, além de outros, tal como se observa em vários trabalhos (ALCÂNTARA, 1987; BUENO, 1999; COSTA; OLIVEIRA; PAULINO, 1993; GIRON CEDENO, 2001; GOMES, 2003; GOMIDE et al., 1969; LEITE; COSTA; GOMES, 1998; MILLER, 1969; MINSON, 1990; VAN SOEST, 1994).

A qualidade da silagem depende da eficiência do processo fermentativo do material ensilado, o qual é afetado pelas condições do meio no armazenamento (umidade, temperatura, presença de oxigênio, concentração de carboidratos solúveis e características particulares da composição física e química da planta ensilada), podendo proporcionar a obtenção de silagens com variados valores nutritivos a partir de um mesmo tipo de forragem (NEUMANN, 2001).

Balsalobre, Nussio e Martha Júnior (2001), relatam que o uso de partículas pequenas na confecção de silagens define menores custos de produção e promove menores perdas físicas durante a retirada e distribuição da silagem no cocho, associando-se, neste caso, ao tipo de sistema de desensilagem.

De acordo com Oliveira et al. (2005), no sorgo granífero, a proporção de grãos é um importante fator determinante da qualidade das silagens, pois nele

encontra-se a maior fração energética disponível da planta. Sendo eles responsáveis pela maior elevação no teor da MS das forragens.

Portanto, possui o conteúdo de MS, um papel fundamental na confecção de silagem, seja aumentando a proporção de nutrientes e assim, facilitando os processos fermentativos, e diminuindo a ação de micro-organismos do gênero *Clostridium* que são responsáveis pela produção de ácido butírico e pela degradação da fração proteica, conseqüentemente pela redução do valor nutricional da silagem (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2008).

Segundo a literatura em geral, a silagem de sorgo é considerada inferior, quando comparada com outras culturas, como as de girassol ou milho, pois essas em sua maioria apresentam valores médios superiores a 8% de PB, sendo que as silagens de sorgo, em sua grande parte, ficam em torno de 6%.

Sendo assim, uma das formas de se melhorar a qualidade da silagem do sorgo, é consorciá-lo com capins braquiárias e principalmente, com leguminosas, e com isso elevando-se o teor de PB do material ensilado.

3.4 Consórcios de Plantas Forrageiras

O consórcio de plantas forrageiras é uma técnica que consiste na prática de cultivo de duas ou mais culturas simultaneamente na mesma área visando aumentar a produtividade e a qualidade do produto obtido com maior eficiência de uso dos recursos disponíveis.

Os sistemas consorciados são promissores na agricultura moderna visando ao aumento da eficiência de uso dos recursos naturais, mitigação de efeitos deletérios ao meio ambiente e aumento da lucratividade dos produtores (MACHADO, 2009; GHOSH et al., 2009; OBALUM; OBI, 2010), além disso, há a produção de grãos, formação pastagens de alta qualidade, deixa palhada para o sistema plantio direto (SPD) e um melhor controle de plantas daninhas.

Diversos trabalhos com cultivo consorciado são realizados e vem demonstrando a eficiência desse sistema de produção. Rezende et al. (2001) e Silva et al. (2003) trabalharam com consórcio de sorgo e soja e constataram que o sistema de consórcio proporcionou, em relação ao monocultivo, os maiores rendimentos de MV, MS e PB total.

Nas culturas consorciadas de gramíneas e leguminosas, por exemplo, geralmente as gramíneas contribuem com quantidades relativamente elevadas de fitomassa, caracterizada pela alta relação carbono/nitrogênio (C/N), o que pode aumentar a persistência da cobertura do solo, porém, com frequentes problemas em decorrência da forte imobilização de nitrogênio (N) (ANDREOLA; COSTA; OLSZEWSKI, 2000; PERIN et al., 2004). Por outro lado, as leguminosas comumente apresentam altos teores de N na matéria vegetal e produzem, em geral, palhadas de baixa relação C/N, cuja decomposição é relativamente rápida, com expressiva disponibilização de N para as lavouras subsequentes (ALVARENGA et al., 2001).

Existem alguns relatos mostrando a vantagem do consórcio sobre o monocultivo comparando o rendimento de grãos ou de forragem visando constatar a viabilidade desse sistema (BEZERRA et al., 2007; EVANGELISTA et al., 2005; GHOSH et al., 2009; REZENDE et al., 2004). Além disso, sistemas de manejo convencionais (monocultura) favorecem mais os processos de erosão, tendo perdido espaço através da adoção de manejos mais conservacionistas adotados com o intuito de minimizar os prejuízos ao meio ambiente por promoverem uma melhor cobertura vegetal da área (AZEVEDO et al., 2007).

A adição de leguminosas é uma opção para proporcionar aumentos no teor de PB da silagem fornecida aos animais, além de supri-las com maior quantidade de cálcio e fósforo (DIAS, 2007). Dentre elas, o feijão guandu é uma alternativa e uma das principais leguminosas cultivadas nas diferentes regiões do mundo (TANGTAWEEWIPAT; ELLIOTT, 1989), produz forragem com altos teores de proteína e minerais durante a época da seca (DAHIYA et al., 2002).

As espécies de leguminosas mais utilizadas fixam, biologicamente, o nitrogênio, possuem concentração elevada de nutrientes na parte aérea, possuem sistema radicular profundo e ramificado e têm fácil decomposição (GIACOMINI et al., 2003; ERASMO et al., 2004; PERIN et al., 2007). Ao realizar a fixação biológica do N atmosférico e contribuir com a produção animal, as leguminosas forrageiras têm importância crucial, tanto para o aumento da produtividade, quanto para a sustentabilidade das pastagens (BARCELLOS et al., 2008).

O consórcio de espécies leguminosas e gramíneas, desde que sejam compatíveis, é benéfico para os sistemas de produção com o aumento da produção de biomassa, fixação biológica de nitrogênio atmosférico e qualidade de forragem para alimentação animal (SCHUNKE, 2001; TIRITAN et al., 2013).

Segundo Barcellos et al. (2008), a *Brachiaria brizantha* (sin *Urochloa brizantha*) cv. Marandu tem se mostrado a gramínea mais agressiva, sendo difícil a estabilidade dos pastos consorciados com leguminosas herbáceas ou de porte baixo. Recomenda-se nesse caso, o consórcio com leguminosas arbustivas ou a utilização de bancos de proteínas de leguminosas herbáceas. Por outro lado, a cultivar Basilisk (*B. decumbens*) tem sido a gramínea mais adequada para o consórcio com leguminosas herbáceas no Cerrado.

Outros efeitos positivos advindos da adoção do consórcio entre gramíneas e leguminosas é o favorecimento da agregação e estruturação do solo, e a produção de resíduos com relação C/N intermediária, que propicia a mineralização gradual do nitrogênio e promove o acúmulo de carbono no solo (HERNANI; FEDATTO, 2001).

A braquiária pertence ao grupo de plantas C4, assim como o sorgo, ou seja, suportam níveis de radiação solar elevados o que implica em altas taxas fotossintéticas com conseqüente aumento da produtividade (LANDAU; SANS, 2008).

Silva et al. (2014), estudando o consórcio de sorgo e braquiária na entrelinha para a produção de grãos, forragem e palhada na entressafra, diz que as rebrotas das plantas de braquiária possibilitam um segundo corte, o qual pode ser usado para estabelecimento de uma nova pastagem, sendo que o consórcio de culturas na safrinha possibilita a obtenção de três culturas com quatro diferentes usos em uma única safra agrícola, em condições de sequeiro (soja verão, sorgo safrinha e massa seca de sorgo e braquiária para pastejo e produção de palhada na entressafra).

3.5 Espaçamento Entre Linhas

Com o acréscimo na densidade de plantas e redução do espaçamento entre linhas de semeadura, é possível otimizar a eficiência da interceptação de luz pelo aumento do índice de área foliar (IAF), mesmo nos estádios fenológicos iniciais, melhorando o aproveitamento de água e nutrientes, reduzindo a competição interespecífica por estes fatores, aumentando a MS e a produção de grãos (MOLIN, 2000).

As vantagens do uso de menores espaçamentos entre fileiras estão relacionadas com maior rendimento, cobertura mais rápida do solo, favorecendo

maior supressão das plantas daninhas, e conseqüente, redução de reinfestação. Além disso, garante maior absorção de luz solar e menor perda de água por evaporação, maior eficiência das plantas na absorção de água e nutrientes e redução da erosão, pela cobertura antecipada da superfície do solo (MANTOVANI, 2003).

Ribas (2003) apresenta como sendo ideal para o sorgo tipo granífero, os espaçamentos de 0,50 a 0,70 m com 15 a 18 sementes por metro, resultando em populações na colheita de 140.000 a 170.000 plantas/ha. Já para os sorgos duplo propósito, a variação seria menor, indo de 0,70 a 0,80 m com 18 a 20 sementes/m, resultando em 140.000 a 170.000 plantas/ha. Emygdio et al. (2011) ao avaliarem a cultivar de sorgo sacarino, obtiveram maior produção de colmos por hectare quando submetido ao espaçamento entrelinhas de 0,50 m, independentemente da população de plantas.

De acordo com May et al. (2012a) a competição por luz é uma das modalidades de interferência que provoca maior impacto sobre o crescimento nas plantas, pois restringe a fonte predominante de energia aos processos básicos de recrutamento de elementos e de elaboração de todas as substâncias envolvidas no crescimento do vegetal.

O crescimento lento do sorgo nos estádios iniciais torna-o susceptível a plantas daninhas abafantes. Por isso se as plantas daninhas não forem retiradas nas quatro primeiras semanas após a emergência do sorgo, a redução de grãos pode chegar a 35%, segundo Karam, Silva e Archangelo (2001). Portanto, a aplicação de herbicidas representa uma solução mais viável para o controle de plantas daninhas, no período em que elas mais competem com a cultura do sorgo.

Concenço, Salton e Ceccon (2011) observaram que as plantas daninhas foram em torno de 50% menores em altura em área de sistema plantio direto em comparação com aquelas presentes em sistema convencional adjacente, pois o mesmo número de plantas cobriu praticamente a metade da área de solo. Isso pode indicar que em sistemas conservacionistas, como o plantio direto, as sementes de plantas infestantes demoram mais para iniciar o processo germinativo, provavelmente devido à ausência de revolvimento do solo e à presença da cobertura, que reduz o acesso das plântulas recém-emergidas à luz (NAGAHAMA et al., 2014).

As perdas ocasionadas pela competição com espécies daninhas podem chegar a mais de 80% em função da espécie competidora, do grau de infestação, do período de convivência com a cultura, bem como do estágio de desenvolvimento da cultura e das condições climáticas reinantes durante o período de competição (SILVA; FERREIRA; FERREIRA, 2002).

Como o consórcio do sorgo com braquiárias e/ou feijão guandu é pouco explorado, bem como o espaçamento ideal para implantação e melhor produção dos mesmos, há necessidade de maiores estudos e informações, para que se possa obter melhores resultados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Unoeste, localizada no município de Presidente Bernardes-SP, em um solo classificado como Argissolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006). A localização da área experimental é definida pelas coordenadas geográficas: 22° 28' 25" Latitude Sul e 51° 67' 88" Longitude Oeste, com altitude média de 430 metros e relevo suave ondulado. O clima predominante na região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, com temperaturas médias anuais em torno de 25°C e regime pluvial caracterizado por dois períodos distintos, um chuvoso de outubro a março e outro de baixa precipitação pluvial de abril a setembro. A precipitação pluvial média anual na região onde foi realizado o experimento é de 1.300 mm.

4.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em faixas em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por dois espaçamentos entre linhas do sorgo (0,45 m e 0,90 m), combinados com quatro modalidades de cultivo (T1 sorgo solteiro, T2 sorgo consorciado com capim Marandu, T3 sorgo consorciado com feijão-guandu cv. BRS Mandarin e T4 sorgo em consórcio com capim Marandu + feijão-guandu cv. BRS Mandarin). As unidades experimentais/faixas foram constituídas por oito linhas de sorgo para o espaçamento 0,9 m e sete linhas para o espaçamento 0,45 m, sendo que o comprimento das faixas foi de 100 metros. Para as avaliações consideraram-se as duas linhas centrais em cada espaçamento.

4.3 Instalação e condução do experimento

O experimento foi implantado em dezembro de 2014. O sistema adotado foi o plantio convencional com aração e gradagem. Antes do preparo da área foi realizada a caracterização química do solo na profundidade 0-20 cm (RAIJ et al., 2001). Os valores obtidos foram: matéria orgânica, 0,7 g dm⁻³; pH 5,5 (1:2,5

solo/suspensão de CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$), P (resina), $9,8 \text{ mg dm}^{-3}$; K, Ca e Mg trocáveis de 1,4; 14,5 e $7,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente, acidez total em pH 7,0 (H + Al) de $13,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, capacidade de troca de cátions total (CTC) de $37 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, saturação por bases de 73 %. Quanto aos micronutrientes os valores para Fe, Cu, Mn, Zn e B foram 13,4; 4,5; 3,0; 0,8 e $0,13 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente.

O sorgo e o feijão-gandu foram semeados com o conjunto trator John Deere® modelo 6110D e com a semeadora/adubadora multigrão Semeato® modelo SHM 15/17, com mecanismos para semeadura da cultura principal e caixa adicionais para outros tipos de semente, o que permitiu implantação simultânea do sorgo e do feijão gandu. A taxa de semeadura do sorgo foi de sete sementes por metro para o espaçamento 0,45 m e dez sementes para o espaçamento 0,90 m. Ao lado de cada linha de sorgo foi semeada uma linha de feijão gandu com 18 plantas por metro. O capim Marandu foi semeado a lanço com a utilização de uma semeadora vincon, antes da semeadura do sorgo e do feijão gandu, na quantidade de 10 kg ha^{-1} de sementes com valor cultural de 70%.

A adubação de base foi feita com a fórmula comercial 08-28-16 na dosagem de 350 kg ha^{-1} . Para a adubação de cobertura foi utilizado o formulado 30-00-20 na dosagem de 200 kg ha^{-1} . O fertilizante foi aplicado aos 25 dias após a emergência das plantas.

As sementes utilizadas no experimento foram tratadas previamente com fungicidas, na dose de $60 \text{ g } 100 \text{ kg}^{-1}$ de Carboxin e $60 \text{ g } 100 \text{ Kg}^{-1}$ de Thiran. Após 20 DAS foi efetuada pulverização com 5 mL ha^{-1} de Delmetrina para controle de lagartas desfolhadoras, com consumo de calda de 240 L ha^{-1} .

Uma semana antes do corte das plantas para a silagem foram realizados contagens em quatro pontos aleatórios de 5 m contínuos das linhas do sorgo para determinar a população final. A população final do sorgo foi de seis plantas por metro para o espaçamento 0,45 m e cinco plantas por metro para o espaçamento 0,90 m entre linhas.

4.4 Avaliações

4.4.1 Altura do sorgo

As medidas de altura das plantas foram obtidas com o uso de uma trena graduada (distância média em metros a uns 15 cm do solo, “altura de corte”, até a extremidade das panículas, em dez plantas escolhidas aleatoriamente na parcela, para cada repetição). A avaliação foi realizada antes do corte da cultura para silagem.

4.4.2 Diâmetro do colmo do sorgo

As medidas de diâmetro do colmo (distância média em milímetros) foram realizadas no terço médio do colmo, com a utilização de um paquímetro digital. Foram mensuradas 10 plantas ao acaso para cada repetição. A avaliação foi realizada antes do corte da cultura para silagem.

4.4.3 Número de folhas do sorgo

Foi realizada a contagem manual de folhas do sorgo de 10 plantas colhidas aleatoriamente na área útil, e posteriormente convertida em média total. A avaliação foi realizada antes do corte da cultura para silagem.

4.4.4 Massa verde e seca do sorgo, capim Marandu e feijão guandu

Foram cortadas 10 plantas de sorgo de forma aleatória na área útil das faixas. O corte foi realizado de forma manual a 15 cm do solo. O material coletado foi utilizado para estimar o potencial produtivo do sorgo, em seguida as plantas foram trituradas e separadas em amostras, as quais foram secadas em estufa com circulação forçada de ar e temperatura de 65°C, até atingir massa constante. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey, para realização da análise bromatológica.

Para a determinação do volume do capim Marandu produzido, no espaçamento de 0,45 m, retirou-se todo capim Marandu que se encontrava entre

duas entrelinhas da cultura do sorgo por dois metros de comprimento; e no espaçamento de 0,90 m foi retirado todo o material que se encontrava entre duas linhas do sorgo, por dois metros de comprimento. Em ambos os espaçamentos a área de capim Marandu amostrada foi de 1,8 m², sendo que a altura de corte foi a mesma do sorgo (15 cm do solo). O mesmo procedimento foi adotado para a amostragem do volume do feijão guandu. Foi feito o corte de todo o feijão guandu nas duas entrelinhas, nos espaçamentos de 0,45 m e no de 0,90 m, ambas as coletas em dois metros de comprimento, correspondendo assim a uma mesma área quadrada.

4.4.5 Proporção/sorgo/feijão guandu/capim Marandu da silagem

Antes da moagem do material, o sorgo, feijão guandu e capim Marandu foram separados para determinação da proporção de massa de cada uma das espécies na massa ensilada. Cada espécie foi pesada individualmente para obtenção da proporção no total da silagem produzida.

4.4.6 Produção de silagem e massa seca

A colheita das plantas solteiras e consorciadas para produção de silagem foi feita de forma mecânica na área útil das faixas. O corte das plantas foi feito com uma cortadora. Amostras de aproximadamente 10 kg para cada repetição foram retiradas aleatoriamente na carreta graneleira para determinação da matéria seca e qualidade bromatológica antes e após o ensilamento.

Parte das amostras foi ensilada em minisilos confeccionados em tubo de policloreto de vinila (PVC) de 9,5 cm de diâmetro e 30 cm de comprimento. Foram preparados 32 minisilos para serem abertos em três datas diferentes após o preparo, totalizaram 96 silos que contemplam os 8 tratamentos e as 4 repetições. A abertura dos silos foi feita aos 30, 90 e 180 dias, após o fechamento. Para o preparo da silagem, antes de ser ensilado, as amostras foram homogeneizadas e foi aplicado sobre o material triturado inoculante de silagem (aditivo para fermentação) Silobac 5, CHR Hansen, (1g de Silobac 5, para uma tonelada de silagem).

Colocou-se saco de areia, previamente pesado, coberto com sombrite no fundo de cada silo para captar o efluente gerado no processo. O material foi

compactado manualmente com auxílio de um bastão de madeira, para máxima remoção do oxigênio, tendo-se como critério a acomodação de camadas de aproximadamente 5 cm de espessura, de forma que a pressão exercida em cada silo experimental fosse semelhante para todos os silos e tornasse possível uma densidade de massa ensilada de 714 kg/m^3 . Para isso foi ensilado 1,50 kg de forragem em cada minisilo.

4.4.7 Análise bromatológica

As análises bromatológicas foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Unoeste. A composição bromatológica foi determinada para cada espécie e para os consórcios/tratamentos. Após o ensilamento a determinação foi apenas nos consórcio/tratamentos.

Na abertura de cada silo foram descartadas as porções das duas extremidades. A silagem foi retirada dos silos e homogeneizada, sendo então retirada uma amostra (9 g) para imediata análise de pH, conforme a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Outra parte foi acondicionada em sacos de papel, pesados e levados imediatamente para pré-secagem em estufa com circulação forçada de ar e temperatura de 65°C , até atingir massa constante. Posteriormente foram pesados novamente e moídos em moinho do tipo Willey, sendo então guardados em sacos plásticos fechados para as análises.

As perdas de MS na forma de efluentes foram quantificadas por diferença de peso dos sacos de areia, previamente secos e pesados, colocados no fundo dos tubos de PVC no momento da ensilagem, os quais foram novamente pesados na abertura dos mesmos.

Foi determinada a proteína bruta, pelo método micro-Kjehldal, multiplicando-se o nitrogênio total pelo fator de conversão de nitrogênio em proteína bruta (6,25).

A análise de cinzas obedeceu ao Método 923.03 – (HORWITZ, 2000). Portanto, a determinação de matéria mineral foi obtida por diferença de pesagem entre a massa do cadinho vazio, previamente calcinado, e a massa do cadinho com o resíduo calcinado, considerando a massa da amostra fresca.

O cálculo para determinação do percentual de lipídios totais: Extrato Etéreo (EE) ou % de lipídios totais = (peso do resíduo x 100) / peso da amostra seca, obedecendo ao processo Soxlet segundo AOAC (1995).

Determinaram-se também, segundo a metodologia descrita por Van Soest (1994), a porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), ambas por meio da diferença entre as pesagens, ou seja: $FDN (\%) = ((C-B) \cdot 100)/A$, e $FDA (\%) = ((C-B) \times 100)/A$, sendo A o peso da amostra em gramas, B o peso do cadinho vazio e C o peso do cadinho mais o resíduo. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram determinados segundo a equação proposta por Patterson (2000), $NDT = [88,9 - (0,779 \times \%FDA)]$.

4.5 Análise estatística

As variáveis analisadas em cada tratamento foram submetidas ao programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2010), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises quantitativas

A produtividade de massa verde total (Tabela 1), no espaçamento de 0,45 m do sorgo solteiro e do consórcio triplo (sorgo+capim Marandu+feijão guandu) foi maior que os outros tratamentos, com média de 93,0 ton ha⁻¹. Esse valor foi 32,2% maior que o tratamento de menor produção. Já no espaçamento de 0,90 m, o sorgo consorciado com braquiária foi o que apresentou maior produção, com 61,7 ton ha⁻¹. Nos demais tratamentos a produção média foi de 52,6 ton ha⁻¹ de matéria fresca.

Na avaliação do rendimento da MV total, a presença do capim Marandu e/ou do feijão guandu, nas entre linhas, no sistema consorciado, não proporcionou aumento no seu rendimento. O rendimento médio da MV no consórcio (66,5 ton ha⁻¹) foi inferior ao obtido no monocultivo (76,45 ton ha⁻¹), evidenciando aqui a concorrência entre o sorgo, o feijão guandu e o capim Marandu.

A produção de MS do sorgo por hectare (Tabela 2) não teve diferença significativa no sorgo solteiro e no consórcio triplo, sendo de 48,40% e 45,40% respectivamente, ambos no espaçamento de 0,45m, os quais foram 1,36% maior que a média dos demais tratamentos, que foi de apenas 0,80%, em relação à média geral.

A porcentagem da produção do capim Marandu no consórcio com o sorgo, em ambos os espaçamentos, não teve diferença estatística, sendo superior em 0,70% à média da produção total da braquiária, e foi de apenas 0,29% a do consórcio triplo.

A produção de feijão guandu (Tabela 2) não diferiu estatisticamente nem entre os espaçamentos, nem entre os tratamentos, e teve uma média de 4,66%.

Tabela 1 – Produção de silagem ($t\ ha^{-1}$) em sistema solteiro do sorgo e em consórcios com capim Marandu e feijão guandu, em dois espaçamentos.

TRATAMENTOS ¹	Prod. Silagem ($t\ ha^{-1}$) Esp. ² (m) 0,45	Prod. Silagem ($t\ ha^{-1}$) Esp. ² (m) 0,90
Sorgo Solteiro	96,23 ^{aA}	56,76 ^{bAB}
Sorgo + Capim Marandu	64,00 ^{aC}	61,76 ^{aA}
Sorgo + Feijão Guandu	80,10 ^{aB}	51,22 ^{bB}
Consórcio Triplo ³	90,22 ^{aA}	51,83 ^{bB}
		P > F
Espaçamento		< 0,01
Tratamento		< 0,01
Espaçamento*Tratamento		< 0,01
Bloco		0,1421
Média Geral		69,03

¹ Tratamentos com sorgo; ² Espaçamentos (0,45 m e 0,90 m); ³ Consórcio triplo: Sorgo + Capim Marandu + Feijão guandu; Prod. Silagem ($t\ ha^{-1}$): Produção de silagem em $t\ ha^{-1}$. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

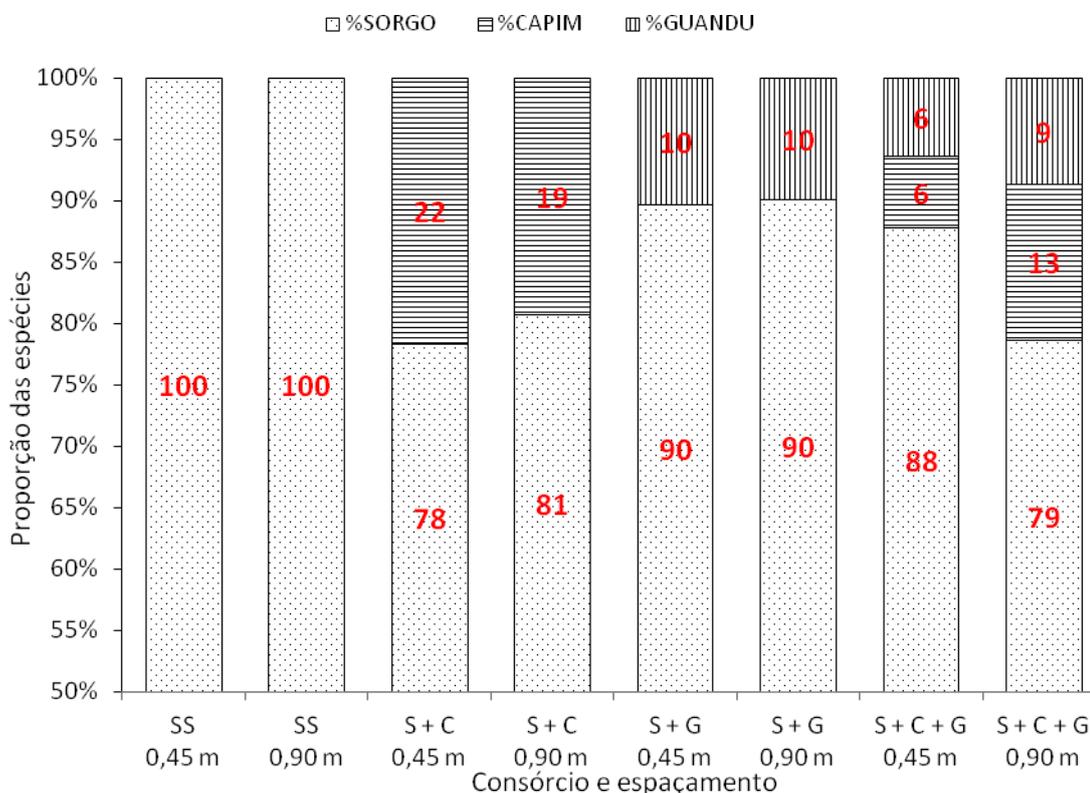
O feijão guandu, em consórcio com o sorgo, teve uma produção de MS de 10%, e não houve diferenças entre os espaçamentos (Gráfico 1). No consórcio triplo (Gráfico 1), a produção de MS do feijão guandu e do capim Marandu foram iguais, de 6%, ambos no espaçamento de 0,45 m. No entanto, no espaçamento de 0,90 m, a porcentagem de MS do feijão guandu foi 9% e do capim Marandu 13%.

A produção de MS dos consórcios diferiram apenas no espaçamento 0,90 m, no consórcio com capim Marandu e no consórcio com feijão guandu, (9,17% e 7,80%, respectivamente), sendo inferior aos demais tratamentos que tiveram uma produção variando de 11,54% a 13,81%, (Tabela 2).

Para os parâmetros altura das plantas, número de folhas, e diâmetro do colmo do sorgo (Tabela 2), não foi observado diferença em decorrência da variação do espaçamento e da modalidade do consórcio.

Diferentemente desse trabalho, Fernandes et al. (2014) estudando a influência do espaçamento e da população de plantas de sorgo sacarino, relatam que as plantas cultivadas no espaçamento reduzido tiveram crescimento em altura maior, devido à menor competição entre as plantas na linha de cultivo, pela melhor distribuição espacial das plantas.

Gráfico 1 – Porcentagens da massa seca do sorgo (solteiro e consorciado), capim Marandu e feijão guandu nos espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m nas entrelinhas do sorgo.



SS R: Sorgo solteiro com espaçamento de 0,45m; SS E: Sorgo solteiro com espaçamento de 0,90m; S+C R: Sorgo em consórcio com capim Marandu, no espaçamento de 0,45m; S+C E: Sorgo em consórcio com capim Marandu, com espaçamento de 0,90m; S+G R: Sorgo em consórcio com feijão guandu no espaçamento de 0,45m; S+G E: Sorgo em consórcio com feijão guandu com espaçamento de 0,90m; S+C+G R: Sorgo em consórcio com capim Marandu e com feijão guandu no espaçamento de 0,45m; S+C+G E: Sorgo em consórcio com capim Marandu e com o feijão guandu, com espaçamento de 0,90m.

Fernandes et al. (2014), relataram também que a altura de plantas decresceu linearmente com o aumento do espaçamento entrelinhas simples, e que o aumento de 30cm no espaçamento entrelinhas resultou em plantas 11,4 cm menores.

Segundo Magalhães e Durães (2003), o número de folhas varia de 7 a 30, sendo geralmente de 7 a 14 para genótipos adaptados de sorgo granífero. Possivelmente, os resultados médios obtido de 15,2 folhas de sorgo, nesse experimento, acredita-se que estão relacionados também com o genótipo das plantas, os quais são sorgo sacarino.

Para a variável diâmetro dos colmos, Fernandes et al. (2014), dizem ainda, nesse mesmo experimento, que houve efeitos da população de plantas ($P < 0,01$) e espaçamento ($P < 0,05$), e que ocorreu relação linear negativa para o diâmetro de colmos, em função da população de plantas. Com o aumento de 60.000 plantas ha^{-1} , observou-se decréscimo de 1,21 mm no diâmetro de colmos, a partir de 80.000 plantas ha^{-1} . May et al. (2012b), ao relatar sobre a densidade de semeadura do sorgo sacarino, afirmam que o aumento da densidade pode resultar na redução do seu diâmetro, correlacionando positivamente o diâmetro do colmo com o acamamento e quebraimento de plantas.

No presente trabalho, mesmo com a diferença encontrada na produção de massa verde, não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos, com relação ao diâmetro de colmos do sorgo, apesar de se verificar diferença de até 1,4 mm entre as médias, ocorrendo a menor média de 18,5 mm no consórcio triplo no espaçamento reduzido e a maior média de diâmetro de colmos foi de 19,9 mm no sorgo solteiro espaçado (Tabela 2).

Calaça (2014), não encontrou diferenças estatísticas significativas na produção de MS entre os tratamentos de sorgo forrageiro BRS 655, em sistema solteiro, em consórcio com a soja e sorgo em safrinha, nem ao se comparar os sistemas de consórcio do sorgo e do capim Marandu.

A média da produtividade da MS foi de 37,28 ($ton\ ha^{-1}$), sendo que o sorgo solteiro (Tabela 2) apresentou a menor produção, 27,71 ($ton\ ha^{-1}$), e o consórcio sorgo + capim Marandu + feijão guandu apresentou a maior produção 51,35 ($t\ ha^{-1}$). No consórcio sorgo+capim Marandu, a media produzida de MS foi de 35,54 ($ton\ ha^{-1}$) o que demonstra que, o consórcio pode aumentar a produção da MS.

Costa et al. (2015), avaliando a produtividade de massa seca com o cultivo das culturas do milho e do sorgo para silagem (solteiro; em consórcio com a *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e com *Panicum maximum* cv. Tanzânia), obtiveram uma produção de 27,93 ($ton\ ha^{-1}$) com o sorgo solteiro, e de 25,19 ($ton\ ha^{-1}$) com o sorgo em consórcio com a capim Xaraés, na safra 2010/2011, e produção de 35,08 ($ton\ ha^{-1}$) no cultivo do sorgo em consórcio com o capim Tanzânia, na safra de 2011/2012.

No consorcio triplo, o capim Marandu contribuiu com 31% da MS, o feijão guandu com 28,95% (Tabela 3).

Tabela 2 – Produtividade de massa seca, altura, número de folhas, diâmetro do colmo do sorgo solteiro e consorciado com capim Marandu e/ou feijão guandu em dois espaçamentos.

Tratamentos ¹	Esp. ² (m)	MS (t ha ⁻¹)	Altura (m)	Folhas (nº plantas ⁻¹)	Diâmetro (mm)
Sorgo Solteiro	0,45	48,40 ^{aA}	3,68 ^{aA}	15,23 ^{aA}	18,90 ^{aA}
	0,90	27,71 ^{bA}	3,82 ^{aA}	15,68 ^{aA}	19,93 ^{aA}
Sorgo + Capim Marandu	0,45	37,69 ^{aB}	3,19 ^{aA}	14,63 ^{aA}	19,80 ^{aA}
	0,90	33,39 ^{aA}	3,57 ^{aA}	15,65 ^{aA}	19,20 ^{aA}
Sorgo + Feijão Guandu	0,45	40,76 ^{aB}	3,69 ^{aA}	15,53 ^{aA}	18,62 ^{aA}
	0,90	29,16 ^{bA}	3,85 ^{aA}	15,30 ^{aA}	19,31 ^{aA}
Consórcio Triplo ³	0,45	51,35 ^{aA}	3,54 ^{aA}	14,60 ^{aA}	18,59 ^{aA}
	0,90	29,84 ^{bA}	3,64 ^{aA}	15,23 ^{aA}	18,77 ^{aA}
P > F					
Espaçamento		< 0,01	0,0027	0,1622	0,5278
Tratamento		0,0281	0,0002	0,6171	0,6355
Espaçamento*Tratamento		0,0004	0,3398	0,5923	0,6955
Bloco		0,1398	0,6170	0,6104	0,6487
Média Geral		37,28	3,62	15,22	19,14

¹ Tratamentos com sorgo; ² Espaçamentos (0,45 m e 0,90 m); ³ Consórcio triplo: Sorgo + Capim Marandu + Feijão guandu. MS: Matéria Seca (t ha⁻¹); Altura: Altura do sorgo (m); Folhas: Quantidade de folhas do sorgo (nº); Diâmetro: Diâmetro do colmo do sorgo à altura de corte. Médias seguidas de letra minúsculas distintas diferem entre si para espaçamento e maiúscula para consórcio, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As maiores produções totais de MS foram no sorgo solteiro e no consórcio triplo, com 48,40% e 51,35%, respectivamente, ambos no espaçamento de 0,45m, sendo que a menor média foi de 27,71% no sorgo solteira com 0,90 m (Tabela 3).

Rezende et al. (2001) avaliaram o consórcio sorgo-soja e verificaram uma superioridade do consórcio em relação ao monocultivo de híbridos de sorgo na ordem de 42,1% de matéria seca total. No entanto, Evangelista et al. (1983) avaliaram o mesmo tipo de consórcio e não verificaram diferenças entre os sistemas.

Calaça (2014), estudando o sorgo forrageiro solteiro e em consórcio com capim Marandu e soja superprecoce, não encontrou diferenças estatísticas significativas na produção de MS entre os tratamentos de sorgo em sistema solteiro, em consórcio com a soja e sorgo em safrinha, bem como, não houve diferença significativa, ao se comparar os sistemas de consórcio do sorgo e do capim Marandu.

Tabela 3 - Médias da % da matéria seca do sorgo, do capim Marandu e do feijão guandu.

Tratamentos ¹	Esp. ²	MS Sorgo/ha ³	Produção Total MS ⁴	Sorgo (%)	Capim Marandu (%)	Feijão guandu (%)	% Total Cons. ⁵
Sorgo Solteiro	0,45	48,40 ^{aA}	48,40 ^{aA}	100,00 ^{aA}	-	-	-
	0,90	27,71 ^{bA}	27,71 ^{bA}	100,00 ^{aA}	-	-	-
Sorgo+Capim Marandu	0,45	33,27 ^{aB}	37,69 ^{aB}	88,28 ^{bA}	11,72 ^{aA}	-	11,72 ^{aA}
	0,90	30,32 ^{aA}	33,39 ^{aA}	90,83 ^{aC}	9,17 ^{bA}	-	9,17 ^{bB}
Sorgo+Feijão Guandu	0,45	36,56 ^{aB}	40,76 ^{aB}	89,66 ^{bA}	-	11,54 ^{bA}	11,54 ^{aA}
	0,90	27,07 ^{bA}	29,16 ^{bA}	92,77 ^{aB}	-	7,80 ^{aA}	7,80 ^{bB}
Consórcio Triplo ⁶	0,45	45,40 ^{aA}	51,35 ^{aA}	88,42 ^{aA}	2,64 ^{bB}	10,11 ^{aA}	12,76 ^{aA}
	0,90	26,02 ^{bA}	29,84 ^{bA}	87,20 ^{bD}	5,96 ^{aB}	7,85 ^{aA}	13,81 ^{aA}
P > F							
Espaçamento		< 0,01	< 0,01	0,0004	0,3661	0,0001	0,0003
Tratamento		0,0057	0,0281	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Espaçam*Tratamento		0,0002	0,0004	< 0,01	< 0,01	0,0005	<0,01
Bloco		0,1388	0,1398	0,7287	0,8824	0,9387	0,7248
Média Geral		34,34	37,28	92,14	7,37	9,32	11,13

¹ Tratamentos: Tratamentos com o sorgo; ² Es.: Espaçamentos (0,45m e 0,90m); ³ MS Sorgo/ha: Produção de matéria seca por hectare; ⁴ Produção Total MS: Produção total de matéria seca; ⁵ % Total Cons.: Porcentagem da produção total da matéria seca nos consórcios; ⁶ Consórcio triplo: Sorgo+ Capim Marandu+ Feijão Guandu. Médias seguidas de letra minúsculas distintas diferem entre si para espaçamento e maiúscula para consórcio, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.2 Análises bromatológicas

Antes da colheita do sorgo solteiro para silagem, bem como dos consórcios realizados, com capim Marandu e com o feijão guandu, ocorreram diversos ataques diariamente sobre as panículas do sorgo, por parte de enormes bandos de maritacas e outras aves, e isso fez com que na época da colheita, a cultura do sorgo já se encontrava em sua totalidade praticamente sem grãos, o que influenciou diretamente e negativamente nos resultados das análises realizadas nesse trabalho.

A PB do capim Marandu nos espaçamentos de 0,45m e 0,90m, após o corte (Tabela 4) não diferiram entre si, e tiveram média geral de 10,46%, e a produção média geral de MS foi de 24,55%, valor pouco superior ao encontrado por Almeida (2011), que obteve valor de 22,29% de MS, com o plantio de sorgo com braquiária brizanta na entrelinha. Por outro lado, a PB do feijão guandu nos mesmos espaçamentos (Tabela 5), variaram de 11,52% a 15,52%, com média geral de

12,99%, sendo seu teor superior aos da braquiária e do sorgo, o que já é esperado, por ser uma leguminosa, sendo que a literatura relata valores superiores a 15% de PB, dependendo da idade de corte da planta.

A MS do capim Marandu após o corte teve uma média geral nos dois espaçamentos teor de 24,55% (Tabela 4), sendo que o feijão guandu, teve uma média geral de MS, de 33,32% (Tabela 5), sendo que este último são 2,22% maior que os teores encontrados por Silva (2008) em seu experimento com feijão guandu da variedade Fava Larga, onde a média geral alcançou os 31,1% de MS, sem efeito para os espaçamentos utilizados.

A FDA do capim Marandu (Tabela 4) apresentou uma média geral de 51,49%, e o feijão guandu (Tabela 5) de 53,30%. Mesquita et al. (2002), ao estudar os efeitos de métodos de estabelecimento de braquiária e estilosantes, relatam que na média, um bom valor de FDA nas gramíneas, estão em torno de valores menores do que 35%, e que quanto menor a FDA, maior será o valor energético, pois como a FDA indica a quantidade de fibra que não é digestível, é um indicador do valor energético da silagem: quanto menor a Fibra em Detergente Ácido (FDA), maior o valor energético.

A média do teor de FDN do capim Marandu (Tabela 4) foi de 84,28%, e 76,31% o feijão guandu (Tabela 5). Para o feijão guandu, Silva (2008), relatou média geral de 57,3% para o FDN.

O porte alto é uma característica desejável quanto ao interesse produtivo do sorgo, porém a altura da planta está correlacionada positivamente com percentual de colmo, componente esse principal responsável pela produção de silagens de menor valor nutritivo devido a sua baixa qualidade nutricional (FLARESSO; GROSS; ALMEIDA, 2000), fato este que se observa nesse trabalho, onde os sorgos apresentaram porte alto, com altura média geral de 3,62 m (Tabela 2), e os teores de FDN estão elevados (Tabelas 4, 5, 6, 7 e 8), estando acima do desejado (50 %), indicando assim, baixa qualidade nutricional.

Os teores médios de NDT foram de 48,78 % e de 47,37 %, respectivamente para o capim Marandu (Tabela 4) e feijão guandu (Tabela 5) de maneira geral, os teores de NDT ficaram abaixo dos 55% relatados como ideais por Van Soest (1994). Apesar de terem ocorrido diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, fica evidente que a qualidade dos materiais avaliados, não é

boa, portanto não melhoraria desta forma a nutrição dos animais, por não proporcionar um melhor aproveitamento nutricional.

A média geral da lignina encontrada no feijão guandu (Tabela 5) foi de 11,76%, e 5,96% do capim Marandu (Tabela 4). Silva (2008), obteve uma média geral de 9,5% para a lignina do feijão guandu, também não diferindo entre os espaçamentos, o que pode indicar que os mesmos se encontravam com idade acima do ideal para o corte, estando já com muito talo, fibroso, o que pode ter influenciado também para os outros teores. O aumento do teor de lignina e outros compostos estruturais da parede celular têm correlação significativa e inversa com a digestibilidade e aproveitamento de nutrientes pelos animais, sendo assim esses valores insatisfatórios corroboram também para uma má qualidade da silagem.

5.2.1 Matéria seca (MS)

A MS analisada antes do ensilamento (Tabela 6) apresentou uma média de 31,65%, estando dentro dos limites recomendados por Evangelista et al. (2005), os quais recomendam que o corte do sorgo para a silagem esteja entre 28 a 38% de MS, estágio o qual os grãos encontram-se em ponto farináceo.

A taxa de produção de MS do sorgo, de acordo com Magalhães, Durães e Rodrigues (2003) é fortemente afetada pela área foliar, sendo esta influenciada por fatores como ambiente e manejo aplicado à cultura.

Resende et al. (2001) avaliaram o consórcio sorgo-soja e verificaram uma superioridade do consórcio em relação ao monocultivo de híbridos de sorgo na ordem de 42,1% de MS total.

A MS das silagens variou de 26,97 a 32,50% (Tabela 7). Pinedo (2009), observou decréscimo de 0,57% no teor de MS ensilada por unidade de feijão guandu adicionada, verificando que o valor ideal de MS com mistura de até 75% de feijão guandu na silagem de sorgo granífero é considerada ideal para se obter uma silagem de boa qualidade, com valor médio de 253, 28 g/Kg de MS, valores semelhantes encontrados por Evangelista et al. (2005) com a adição de 40% de leucena na silagem de sorgo. Estes autores, ainda citam que, silagens excessivamente úmidas propiciam condições favoráveis à fermentação butírica, favorecendo também a perda de princípios nutritivos por lixiviação e degradação de

proteínas, enquanto que as forragens com teor elevado de MS dificultam a compactação e a expulsão do ar no processo de ensilagem.

Tabela 4 - Composição bromatológica do capim Marandu nos consórcios com sorgo e com sorgo e feijão guandu em dois espaçamentos após o corte.

Tratamentos ¹	Esp ² (m)	MS (%)	PB (%)	FDA (%)	LIG (%)	NDT (%)	FDN (%)	EE (%)	MM (%)
Capim Marandu consorciado com sorgo	0,45	29,05 ^{aA}	10,25 ^{aA}	64,77 ^{aA}	7,24 ^{aA}	38,43 ^{bB}	83,92 ^{aA}	3,45 ^{aB}	7,57 ^{aA}
	0,90	22,82 ^{bA}	10,38 ^{aA}	48,56 ^{bA}	6,29 ^{aA}	51,07 ^{aA}	85,91 ^{aA}	3,28 ^{aB}	8,00 ^{aA}
Capim Marandu consorciado com sorgo e feijão guandu ³	0,45	23,95 ^{aB}	10,85 ^{aA}	46,38 ^{aB}	5,28 ^{aB}	52,76 ^{aA}	83,35 ^{aA}	4,42 ^{bA}	7,61 ^{aA}
	0,90	22,40 ^{aA}	10,35 ^{aA}	46,25 ^{aA}	5,05 ^{aB}	52,87 ^{aA}	83,92 ^{aA}	5,48 ^{aA}	7,46 ^{aA}
P > F									
Espaçamento		0,0001	0,6317	< 0,01	0,0895	< 0,01	0,2925	0,0063	0,6476
Tratamento		0,0014	0,4594	< 0,01	0,0006	< 0,01	0,2916	< 0,01	0,4221
Espaçamento*Tratamento		0,0039	0,4153	< 0,01	0,2717	< 0,01	0,5505	0,0009	0,3670
Bloco		0,5778	0,5803	0,7203	0,7032	0,7215	0,6980	0,4659	0,3855
Média Geral		24,55	10,46	51,49	5,96	48,78	84,28	4,16	7,66

¹ Tratamentos com sorgo; ² Espaçamentos (0,45 m e 0,90 m); ³ Sorgo+Capim Marandu+Feijão guandu; MS: Matéria Seca (%); PB: Proteína Bruta (% na MS); FDA: Fibra em Detergente Ácido (% na MS); LIG: Lignina (% na MS); NDT: Nível de Digestão Total (% na MS); FDN: Fibra em Detergente Neutro (% na MS); EE: Extrato Etéreo (% na MS); MM: Matéria Mineral (% na MS). Médias seguidas de letra minúsculas distintas diferem entre si para espaçamento e maiúscula para consórcio, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5 – Composição bromatológica do feijão guandu nos consórcios com sorgo e com sorgo e capim Marandu em dois espaçamentos, após o corte.

Tratamentos ¹	Esp ² (m)	MS (%)	PB (%)	FDA (%)	LIG (%)	NDT (%)	FDN (%)	EE (%)	MM (%)
Feijão guandu consorciado com sorgo	0,45	28,97 ^{aB}	11,52 ^{aA}	64,75 ^{aA}	11,93 ^{aA}	38,45 ^{bB}	82,89 ^{aA}	6,92 ^{aA}	4,47 ^{aA}
	0,90	32,54 ^{aA}	11,93 ^{aB}	59,93 ^{bA}	11,67 ^{aA}	42,21 ^{aB}	78,74 ^{bA}	6,11 ^{bA}	3,88 ^{aA}
Feijão guandu consorciado com sorgo e capim Marandu ³	0,45	36,28 ^{aA}	12,98 ^{bA}	42,85 ^{aB}	12,06 ^{aA}	55,51 ^{aA}	69,59 ^{bB}	6,01 ^{aB}	5,39 ^{aA}
	0,90	35,51 ^{aA}	15,52 ^{aA}	45,66 ^{aB}	11,39 ^{aA}	53,33 ^{aA}	74,00 ^{aB}	6,16 ^{aA}	4,78 ^{aA}
P > F									
Espaçamento		0,4133	0,0895	0,3652	0,3445	0,3658	0,9223	0,1492	0,1194
Tratamento		0,0118	0,0100	< 0,01	0,8751	< 0,01	0,0001	0,0702	0,0291
Espaçamento*Tratamento		0,2162	0,0100	0,0056	0,6613	0,0056	0,0092	0,0467	0,9668
Bloco		0,9392	0,0100	0,0918	0,0642	0,0924	0,4722	0,0205	0,8920
Média Geral		33,32	12,99	53,30	11,76	47,37	76,31	6,30	4,63

¹ Tratamentos com sorgo; ² Espaçamentos (0,45 m e 0,90 m); ³ Sorgo+Capim Marandu+Feijão guandu; MS: Matéria Seca (%); PB: Proteína Bruta (% na MS); FDA: Fibra em Detergente Ácido (% na MS); LIG: Lignina (% na MS); NDT: Nível de Digestão Total (% na MS); FDN: Fibra em Detergente Neutro (% na MS); EE: Extrato Etéreo (% na MS); MM: Matéria Mineral (% na MS). Médias seguidas de letra minúsculas distintas diferem entre si para espaçamento e maiúscula para consórcio, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.2.2 Proteína bruta (PB)

As médias dos teores da PB, antes de ensilar (tabela 6), apresentaram teor mínimo de 5,46%, e máximo de 8,11%, com média de 6,39%, enquanto que esta variação para as silagens ficou entre 5,08%, a 8,21%, e a média foi de 6,80% (tabela 7). Essa diferença no aumento da PB está diretamente relacionada com a inclusão do capim Marandu e do feijão guandu, no consórcio com o sorgo, o que vem proporcionar um aumento da PB, ficando acima do mínimo necessário para uma boa degradação dos alimentos ingeridos por ruminantes.

Os consórcios entre sorgo+feijão guandu e consórcio triplo das silagens, as PB foram superiores aos demais tratamentos, as quais variaram de 6,46% a 8,21%, com uma média de 7,40% para o consórcio triplo, tendo o sorgo solteiro uma média de 6,22%, o que vem demonstrar a importância da implantação do capim Marandu e do feijão guandu no consórcio para melhorar a silagem de sorgo (Tabela 7). Essa variação e aumento nos teores de PB, obtidos nas silagens estão relacionados com a adição do capim Marandu e do feijão guandu, bem como de ambos à silagem de sorgo, pode-se comprovar os altos teores de PB do capim Marandu, do feijão guandu, em relação ao sorgo solteiro, bem como destes nos consórcios (Tabelas: 5, 6, 7).

Segundo Van Soest (1994) o valor proteico necessário para um bom desenvolvimento dos microrganismos ruminais, garantindo uma boa degradação do alimento ingerido, seria no mínimo de 7%, valor obtido nesse experimento nos consórcios entre sorgo+feijão guandu e consórcio triplo.

Diversos trabalhos realizados com silagens provindas de consórcio demonstraram que a adição de leguminosas não interferiu na qualidade das silagens (LEMPP; MORAIS; SOUZA, 2000; MARTIN; GARCIA; SILVA, 1983), diferentemente do encontrado nesse trabalho, onde houve uma melhora significativa da PB, quando comparado a produção no sorgo solteiro.

Evangelista et al. (2005) em seus experimentos, obtiveram resposta linear positiva para as variáveis PB, em função do aumento nos níveis de inclusão de leucena na silagem de sorgo, e assim o teor de PB da silagem foi elevado de 4,5% para 10,3% com a inclusão da maior quantidade de forragem de leucena, o que se explica pelo teor de PB mais elevado da leucena em relação ao sorgo.

O mesmo ocorrendo nesse experimento, com a adição do feijão guandu na silagem de sorgo.

Magalhães et al. (2009), estudando a influencia da idade de corte sobre os teores de PB e FDN de três cultivares de capim-elefante, observou que os teores de proteína bruta decresceram com a maturidade das plantas, ocorrendo o inverso quanto aos teores de FDN; é sabido que, com o aumento nos teores de FDN, ocorre uma diminuição no consumo. Capelle, Valadares Filho e Silva (2001) observaram que a PB da planta de sorgo variou de 12,88, 9,29, 7,75, 2,95 e 3,65% para as seguintes idades de corte: 61 a 90 dias, 91 a 120 dias, 121 a 150 dias, 151 a 180 dias e 181 a 240 dias respectivamente. A MS também variou de 22,89, 34,61, 43,07, 33,65 e 37,70%, para as mesmas idades de corte. O que comprova a relação entre a idade de corte e as variáveis analisadas.

Almeida (2011), analisando os parâmetros produtivos do consórcio sorgo-braquiaria brizantha e valor nutricional da silagem, obteve o menor teor de PB para a silagem de sorgo, 7,63%, sendo que não ocorreu diferença significativa entre os teores de PB das silagens no plantio consorciado e a silagem da braquiária no plantio solteiro.

5.2.3 Fibra em detergente neutro (FDN)

Os valores de FDN encontrados nas silagens (Tabela 7) tiveram uma média geral de 78,01%, sendo superior até mesmo em relação à média geral do produto antes do seu ensilamento, que foi de 68,80%. A perda excessiva de grãos por ataques de pássaros, e a queda natural ocorridos nesse experimento, bem como, a época tardia de colheita, contribuíram diretamente nos altos teores de FDN. Com menor proporção de panículas e maiores proporções de colmos e folhas na MS, tem como consequência o aumento na porcentagem de fibra da forragem. Pesce et al. (2000), trabalhando com 20 genótipos de sorgo, encontraram valores que oscilavam de 53,6 a 59,3% e relacionou este fato à maior ou menor porcentagem de panículas na massa ensilada e, conseqüentemente, à maior ou menor nível de fibra na silagem.

Segundo Von Pinho et al. (2007), analisando diversas cultivares de sorgo, encontraram valores de FDN de 45,8%, valores bem inferiores aos encontrados no presente trabalho (tabela 6 e 7). Eles acreditam que, possivelmente,

estes baixos teores sejam devido a maior proporção de panículas na MS em comparação com as proporções de folha e colmo.

Calaça (2014) trabalhando com sorgo forrageiro e braquiária no sistema integração lavoura pecuária e soja superprecoce, encontrou teores de 65,76% a 73,79%, semelhante aos encontrados no presente trabalho (tabela 5 e 7).

Neste trabalho os valores de FDN encontrados nas silagens foram praticamente todos superiores aos encontrados antes de serem ensilados, variando de 70,17% a 83,47%, e de 64,47% a 73,08%, respectivamente (Tabelas 6 e 7), diferentemente de Magalhães, Gonçalves e Rodrigues (2005) que avaliando híbridos de sorgo, antes de serem ensilados, encontrou valores da fração FDN sempre superiores aos de suas respectivas silagens, variando de 59,03% a 73,40%.

A FDN, segundo Van Soest (1965), refere-se à fração do alimento insolúvel em meio neutro, e é essa fração de alimento que exerce maior influência sobre o consumo animal e a digestibilidade. O consumo de MS está relacionado com a concentração de FDN na forragem, por isso quanto maior o teor de FDN, menor o consumo de MS, e isso se deve ao maior espaço ocupado no rúmen (DETMANN et al., 2003).

Segundo Mühlbach (2012) teores de FDN menor que 50% na MS é o fator primordial do maior potencial de consumo que uma planta apresenta, por duas razões básicas: em primeiro lugar, um baixo teor de FDN na planta corresponde a um maior teor de nutrientes do conteúdo celular, estes são de rápida digestão, e, em segundo lugar, baixo teor de FDN significa também que a celulose e a hemicelulose da parede celular apresentam taxa de fermentação mais rápida no rúmen, devido a sua menor lignificação.

Os altos valores de FDN determinados, foram decorrentes da menor proporção de panículas e maiores proporções de colmos e folhas na MS, tendo como consequência o aumento na porcentagem de fibra da forragem. A colheita tardia e os ataques de aves relatadas neste período contribuíram para pior produção de grãos e, conseqüentemente, pior qualidade da forragem.

Tabela 6 – Composição bromatológica da matéria seca antes da silagem nos respectivos tratamentos e espaçamentos.

TRATAMENTOS ¹	Esp. ² (m)	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	LIG (%)	EE (%)	NDT (%)	MM (%)
Sorgo Solteiro	0,45	30,70 ^{aB}	5,59 ^{aB}	64,47 ^{bB}	40,70 ^{aB}	7,49 ^{aA}	1,04 ^{aA}	57,19 ^{aAB}	3,91 ^{aA}
	0,90	31,23 ^{aA}	6,01 ^{aB}	68,27 ^{aB}	39,97 ^{aB}	6,33 ^{aB}	0,65 ^{bB}	57,76 ^{aA}	3,49 ^{aA}
Sorgo + Capim Marandu	0,45	31,81 ^{aAB}	5,46 ^{aB}	66,08 ^{aB}	43,48 ^{aAB}	8,21 ^{aA}	0,79 ^{aB}	55,02 ^{aAB}	3,30 ^{aB}
	0,90	31,66 ^{aA}	6,23 ^{aB}	67,61 ^{aB}	44,42 ^{aAB}	8,50 ^{aA}	0,73 ^{aB}	54,29 ^{aA}	3,39 ^{aA}
Sorgo + Feijão guandu	0,45	32,10 ^{aA}	5,67 ^{aB}	67,75 ^{bAB}	41,85 ^{aAB}	7,70 ^{aA}	0,47 ^{bC}	56,30 ^{aA}	3,35 ^{aAB}
	0,90	32,31 ^{aA}	6,35 ^{aB}	72,25 ^{aAB}	41,65 ^{aAB}	7,72 ^{aAB}	0,70 ^{aB}	56,45 ^{aA}	3,83 ^{aA}
Consórcio Triplo ⁴	0,45	32,42 ^{aA}	7,70 ^{aA}	70,88 ^{aA}	46,27 ^{aA}	7,92 ^{aA}	0,89 ^{bAB}	52,85 ^{aB}	3,86 ^{aAB}
	0,90	30,95 ^{bA}	8,11 ^{aA}	73,08 ^{aA}	46,43 ^{aA}	7,71 ^{aAB}	1,10 ^{aA}	52,73 ^{aA}	3,91 ^{aA}
P > F									
Espaçamento		0,3726	0,0429	0,0021	0,9626	0,3841	0,9087	0,3707	0,6376
Tratamento		0,0155	< 0,01	0,0003	0,0004	0,0205	< 0,01	0,0329	0,0116
Espaçamento*Tratamento		0,0442	0,9472	0,5963	0,9183	0,3611	< 0,01	0,5283	0,0456
Bloco		0,5157	0,2277	0,7448	0,4285	0,0540	0,5721	0,3636	0,5066
Média Geral		31,65	6,39	68,80	43,09	7,69	0,80	55,99	3,63
CV (%) ³		2,19	11,71	3,53	5,62	0,054	11,42	7,54	8,14

¹ Tratamentos com sorgo; ² Espaçamentos (0,45 m e 0,90 m); ³ Coeficiente de Variação (CV) da média; ⁴ Consórcio triplo: Sorgo + Capim Marandu + Feijão guandu. MS: Matéria Seca (%); PB: Proteína Bruta (% na MS); FDN: Fibra em Detergente Neutro (% na MS); FDA: Fibra em Detergente Ácido (% na MS); LIG: Lignina (% na MS); EE: Extrato Etéreo (% na MS); NDT: Nível de Digestão Total (% na MS); MM: Matéria Mineral (% na MS). Médias seguidas de letra minúsculas distintas diferem entre si para espaçamento e maiúscula para consórcio, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7 – Composição bromatológica da silagem de sorgo e seus consórcios, abertos em diferentes tempos, nos respectivos tratamentos e espaçamentos.

TRATAMENTOS ¹	Esp. ² (m)	Tempo (dias)	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	LIG (%)
Sorgo Solteiro	0,45	30	27,69 ^{aB}	6,58 ^{aB1}	81,12 ^{aA12}	51,96 ^{aA}	8,69 ^{aA2}
		90	27,63 ^{aA}	5,08 ^{bC2}	79,59 ^{aA2}	57,00 ^{aA}	14,19 ^{aA1}
		180	28,03 ^{aA}	7,38 ^{aA1}	84,33 ^{aA1}	57,62 ^{aA}	17,00 ^{aA1}
	0,90	30	29,19 ^{aB}	6,72 ^{aB1}	71,78 ^{bA2}	45,46 ^{bB}	7,40 ^{aB2}
		90	26,97 ^{aA}	6,13 ^{aB1}	80,90 ^{aB1}	58,87 ^{aA}	14,60 ^{aA1}
		180	29,24 ^{aA}	5,44 ^{bC2}	78,47 ^{bA1}	54,04 ^{bB}	16,34 ^{aA1}
Sorgo + Capim Marandu	0,45	30	30,11 ^{bAB}	6,26 ^{aB1}	73,31 ^{aBC2}	48,02 ^{aA}	8,28 ^{aA2}
		90	28,06 ^{aA}	5,55 ^{aBC1}	79,53 ^{aA1}	53,76 ^{aA}	12,12 ^{aB1}
		180	29,31 ^{aA}	6,35 ^{aB1}	81,71 ^{aA1}	55,49 ^{aA}	13,20 ^{aB1}
	0,90	30	32,50 ^{aA}	6,87 ^{Aab1}	73,30 ^{aA2}	47,54 ^{aAB}	9,87 ^{aB1}
		90	27,61 ^{aA}	6,24 ^{aB1}	78,15 ^{aB2}	54,09 ^{aB}	9,24 ^{bB1}
		180	29,07 ^{aA}	6,09 ^{aC1}	77,55 ^{bA12}	52,69 ^{aB}	9,35 ^{bC1}
Sorgo + Feijão guandu	0,45	30	29,10 ^{aAB}	6,96 ^{bAB1}	75,28 ^{aB2}	51,28 ^{aA}	10,35 ^{aA1}
		90	27,75 ^{aA}	6,83 ^{aA1}	79,60 ^{bA1}	52,94 ^{bA}	11,19 ^{aB1}
		180	28,77 ^{bA}	6,66 ^{bA1}	81,95 ^{aA1}	54,76 ^{aA}	10,28 ^{aB1}
	0,90	30	30,03 ^{aAB}	8,13 ^{aA1}	70,98 ^{bA3}	52,17 ^{aA}	10,55 ^{aA1}
		90	27,57 ^{aA}	7,66 ^{aA1}	83,47 ^{aA1}	58,04 ^{aAB}	11,76 ^{aBC1}
		180	31,26 ^{aA}	7,85 ^{aA1}	79,05 ^{aA2}	55,20 ^{aB}	12,32 ^{aBC1}
Consórcio Triplo ⁴	0,45	30	30,81 ^{aA}	7,82 ^{aA1}	70,28 ^{aC2}	49,59 ^{aA}	9,58 ^{aA1}
		90	29,00 ^{aA}	6,46 ^{aB2}	77,86 ^{bA1}	54,40 ^{aA}	10,06 ^{bB1}
		180	30,43 ^{aA}	7,38 ^{aA12}	79,90 ^{aA1}	56,54 ^{bA}	11,66 ^{B1}
	0,90	30	30,47 ^{aAB}	7,89 ^{aB1}	70,17 ^{aA2}	49,96 ^{aAB}	9,49 ^{aB2}
		90	27,88 ^{aA}	6,67 ^{aB2}	82,21 ^{aB1}	57,80 ^{aAB}	12,90 ^{aA1}
		180	29,02 ^{aA}	8,21 ^{aA1}	81,86 ^{aA1}	60,95 ^{aA}	12,95 ^{aB1}
Espaçamento			0,3027	0,0077	0,0095	0,5734	0,9646
Tratamento			0,0104	< 0,01	0,0075	0,0008	< 0,01
Tempo			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Espaçamento*Tratamento			0,1470	0,0007	0,0003	0,0006	0,0087
Espaçamento*Tempo			0,1033	0,0879	0,0001	0,0045	0,8052
Tratamento*Tempo			0,2599	0,0700	0,0123	0,0092	< 0,01
Espaçamento*Tratamento* Tempo			0,6037	0,0001	0,0411	0,2088	0,0155
Bloco			0,2545	0,1513	0,4092	0,1182	0,5573
Média Geral			29,06	6,80	78,01	53,76	11,39
CV (%) ³			5,55	10,15	3,25	4,64	14,70

¹ Tratamentos com sorgo; ² Espaçamentos (0,45 m e 0,90 m); ³ Coeficiente de Variação (CV) da média; ⁴ Consórcio triplo: Sorgo + Capim Marandu + Feijão guandu. MS: Matéria Seca (%); PB: Proteína Bruta (% na MS); FDN: Fibra em Detergente Neutro (% na MS); FDA: Fibra em Detergente Ácido (% na MS); LIG: Lignina (% na MS). Médias seguidas de letra minúsculas distintas diferem entre si para espaçamento, letra maiúsculas distintas diferem entre si para consórcio e número distintos diferem entre si para tempo, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.2.4 Fibra em detergente ácido (FDA)

Bona Filho e Canto (2008), dizem que a fibra detergente ácido (FDA) determina a qualidade da parede celular e expressa a fração indigestível (lignina, sílica e cutina) e a digestibilidade da matéria seca depende também do teor de fibra detergente ácido (FDA), sendo que, quando os sorgos são colhidos em um estágio de maturação avançado, o teor de lignina nestes materiais é maior, e a FDA por conter a maior porção de lignina do alimento, está também correlacionada com a digestibilidade negativamente, sendo um indicativo de quantidade de fibra não digerível.

A média geral de FDA nas silagens foi de 53,76%, sendo que antes de ser ensilado era de 43,09%, estando esses resultados relacionados proporcionalmente a media geral de lignina, que antes do ensilado era de 7,69%, e subiu para os 11,39% (Tabelas 6 e 7).

Em sua pesquisa, Almeida (2011), com silagem e consórcio entre sorgo-braquiaria brizantha, encontrou valor máximo de FDA, de 37,92% no plantio do sorgo solteiro, e valor 36,29% no consórcio do sorgo com braquiária, não encontrando diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as médias de FDA, sugerindo que o tipo de consórcio realizado, não influenciou o teor de FDA de suas silagens.

5.2.5 Lignina

Os teores de lignina na MS encontrados nas silagens (Tabela 7) variaram de 7,40 a 17,00%, sendo que o sorgo solteiro teve a maior média, 13,03%, e o consórcio com o capim Marandu apresentou a menor média 10,34%, diferenças estas também encontrados por Rodrigues et al. (2004) que observaram valores de 9,68 a 13,11% de lignina na MS em silagens de diferentes híbridos de sorgos ensilados. Esses teores estão acima aos preconizados por Valadares Filho (2000), que encontrou 5,58% para o teor de lignina em silagem de sorgo.

Esse elevado teor de lignina apresentados nas silagens (Tabela 7), podem estar relacionadas com a idade avançada das plantas, na época do corte, que ocorreu aos 150 dias após o plantio, o que levou a uma maior produção de talos (com relação ao capim Marandu e ao feijão guandu) e a maior lignificação, tendo como consequência o endurecimentos das fibras dos mesmos, assim como nos

colmos do sorgo. O teor médio geral da lignina da MS, antes de se ensilar era de 7,69%, não havendo diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 6).

5.2.6 Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)

Com relação aos teores de NDT antes do ensilamento, estes tiveram uma média de 55,99% (Tabela 6), valor semelhante aos de Costa et al. (2015) que ao analisarem três modalidades de cultivo das culturas do milho e do sorgo para silagem (solteiro; em consórcio com a *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e com *Panicum maximum* cv. Tanzânia, relatam que os valores por eles encontrados de NDT variaram entre 54,28 e 59,22% no primeiro ano e de 63,80 a 74,51%, no segundo ano agrícola, respectivamente e que no geral, ficaram acima dos 55%, relatados como ideais por Van Soest (1994), em forrageiras tropicais.

O teor de NDT após o ensilamento (Tabela 8) diminuiu em relação aos teores antes da ensilagem, com uma média geral de 47,02%, e 55,99% (Tabela 6) respectivamente, como reflexo da tendência de aumento nos conteúdos de FDN, FDA, lignina. Leonel et al. (2009), encontraram teores de 59,22% a 61,23% de NDT na MS em silagens oriundas de consórcio de capim braquiária e milho em dois arranjos de semeaduras. Pina, Valadares Filho e Detmann (2006) encontraram 62,88% de NDT na MS em silagem de milho.

5.2.7 Extrato Etéreo (EE)

Nesse trabalho o teor médio de EE anterior ao ensilamento foi de 0,80% (Tabela 6), sendo que após a abertura dos mesmos (Tabela 8), esse teor teve um aumento em sua média geral para 1,36%, estando bem a baixo dos 8% de EE, do qual, segundo Van Soest (1994), os teores de EE superiores a este valor na dieta diminuem a digestibilidade da fibra.

5.2.8 Matéria Mineral (MM)

Antes do ensilamento (Tabela 6) a média geral da MM foi de 3,63%, sendo que sorgo em consórcio com o capim Marandu foi a menor com 3,30%, de MM, e o maior teor foi de 3,91%, no sorgo solteiro, ambos no espaçamento de

0,45m, e com igual valor de 3,91%, para o consórcio triplo, mas no espaçamento de 0,90m. Não diferindo estatisticamente entre os consórcios.

Após o ensilamento (Tabela 8) a MM apresentou teor médio geral de 4,17%, sendo de 5,68% o teor mais elevado, no tratamento do sorgo solteiro, e o menor teor de MM encontrado foi de 3,26% no consorcio triplo. Almeida (2011), encontrou valores que variaram de 4,04 a 6,33%, o que indica a influencia na MM a inclusão do capim Marandu e do feijão guandu na silagem.

5.2.9 pH

Os valores das médias do pH das silagens (Tabela 8), variaram de 3,72 a 3,97, com uma média geral de 3,83, mantendo-se dentro dos limites aceitáveis, indicando uma boa fermentação, sendo que como já previsto, os maiores valores encontrados foram nas silagens abertas com 90 dias, após seu fechamento. Na avaliação de silagens de sorgo, estes valores estão de acordo com aqueles apresentados por Borges, Gonçalves e Rodriguez (1997), Molina (2000), Araújo (2002) e Araújo (2006). Segundo Paiva (1976), Roth e Undersander (1995) e Vilela (1998) silagens de muito boa qualidade apresentam pH abaixo de 3,8; silagens de boa qualidade têm pH no intervalo de 3,8 a 4,2; silagens de qualidade satisfatória apresentam pH entre 4,2 e 4,6; e finalmente silagens com pH acima de 4,6 são de qualidade ruim. De acordo com esta classificação, mesmo não se conhecendo a velocidade de queda do pH, a qual não foi ponto de estudo desse experimento, as silagens avaliadas em questão, em relação a fermentação, são de muito boa e de boa qualidade.

5.2.10 Efluentes

A quantidade de efluente produzido em um silo está relacionada com o conteúdo de MS da espécie forrageira ensilada e pelo grau de compactação, além de outros, como o tipo de silo. Teores de umidade da MS acima do ideal antes do ensilamento contribuem para uma produção maior de efluentes.

A produção de efluentes das silagens (Tabela 8) apresentam uma média geral de 31,18%, e variaram significativamente entre 5,72 a 77,07g, sendo que, o sorgo solteiro nos dois espaçamentos apresentaram uma média bem superior

em relação aos consórcios, que foram de 52,16% e 24,18% respectivamente. Segundo Oliveira et al. (2010) estudando as perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol, relatam que silagem de sorgo-sudão produziu maiores quantidades ($P < 0,05$) de efluente em relação às de milho e girassol, com produções semelhantes à da silagem do sorgo forrageiro.

Tabela 8 – Composição bromatológica da silagem de sorgo e seus consórcios, nos respectivos tratamentos e espaçamentos.

TRATAMENTOS ¹	Esp. ² (m)	Tempo (dias)	EE (%)	MM (%)	NDT (%)	pH	Efluente (g)
Sorgo Solteiro	0,45	30	1,39 ^{bA}	5,67 ^{aA}	48,41 ^{bA}	3,74 ^{bB2}	52,54 ^{aA}
		90	0,89 ^{aB}	5,68 ^{aA}	44,49 ^{aA}	3,91 ^{aA1}	67,68 ^{aA}
		180	1,30 ^{aAB}	4,51 ^{aA}	44,01 ^{bA}	3,72 ^{aB2}	55,02 ^{aA}
	0,90	30	1,84 ^{aA}	3,93 ^{bA}	53,48 ^{aA}	3,85 ^{aA2}	14,17 ^{bA}
		90	0,88 ^{aC}	3,97 ^{bA}	43,03 ^{bB}	3,91 ^{aB1}	77,07 ^{aA}
		180	1,15 ^{aC}	3,90 ^{bA}	46,80 ^{aA}	3,74 ^{aB3}	46,49 ^{aA}
Sorgo + Capim Marandu	0,45	30	1,87 ^{aA}	4,06 ^{aB}	51,49 ^{aA}	3,8 ^{aA2}	5,90 ^{aB}
		90	1,08 ^{aB}	3,45 ^{bB}	47,01 ^{aA}	3,94 ^{aA1}	12,92 ^{bB}
		180	1,23 ^{aAB}	3,72 ^{aAB}	45,67 ^{aA}	3,86 ^{aA2}	25,47 ^{aB}
	0,90	30	1,38 ^{aC}	4,25 ^{aA}	51,86 ^{aA}	3,79 ^{bAB2}	20,95 ^{aA}
		90	0,93 ^{aC}	4,65 ^{aA}	46,76 ^{aA}	3,93 ^{aB1}	33,21 ^{aB}
		180	1,22 ^{aC}	4,12 ^{aA}	47,85 ^{aA}	3,83 ^{aA2}	42,21 ^{aAB}
Sorgo + Feijão guandu	0,45	30	1,23 ^{bA}	4,12 ^{aB}	48,95 ^{aA}	3,79 ^{aB2}	15,20 ^{aB}
		90	1,63 ^{aA}	4,14 ^{aB}	47,66 ^{aA}	3,89 ^{aA1}	49,66 ^{aA}
		180	1,18 ^{aB}	3,95 ^{aAB}	46,23 ^{aA}	3,75 ^{aB2}	42,85 ^{aAB}
	0,90	30	1,50 ^{aBC}	4,07 ^{aA}	48,25 ^{bB}	3,75 ^{aB2}	12,82 ^{aA}
		90	1,80 ^{aA}	4,38 ^{aA}	43,68 ^{bAB}	3,90 ^{aB2}	26,03 ^{aB}
		180	1,38 ^{aAB}	4,16 ^{aA}	45,89 ^{aA}	3,77 ^{aB2}	30,05 ^{aAB}
Consórcio Triplo ⁴	0,45	30	1,47 ^{bA}	4,14 ^{aB}	50,26 ^{aA}	3,78 ^{aB2}	11,75 ^{aB}
		90	1,50 ^{aA}	3,80 ^{aB}	46,52 ^{aA}	3,88 ^{bA1}	25,50 ^{aB}
		180	1,50 ^{aA}	3,26 ^{aB}	44,85 ^{aA}	3,72 ^{bB2}	40,69 ^{aAB}
	0,90	30	1,80 ^{aAB}	4,29 ^{aA}	49,98 ^{aAB}	3,81 ^{aB2}	5,72 ^{aA}
		90	1,34 ^{bB}	4,13 ^{aA}	43,86 ^{aAB}	3,97 ^{aA1}	13,94 ^{aB}
		180	1,69 ^{aA}	3,72 ^{aA}	41,42 ^{bB}	3,83 ^{aA2}	20,41 ^{bB}
Espaçamento			0,0050	0,3786	0,5724	0,0012	0,0519
Tratamento			< 0,01	< 0,01	0,0008	< 0,01	< 0,01
Tempo			< 0,01	0,0003	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Espaçamento*Tratamento			0,1000	< 0,01	0,0006	< 0,01	0,0001
Espaçamento*Tempo			0,0003	0,2202	0,0044	0,3913	0,5731
Tratamento*Tempo			< 0,01	0,0863	0,0092	0,0044	0,0047
Espaçamento*Tratamento* Tempo			0,1579	0,2751	0,2079	0,0064	0,0147
Bloco			0,0939	0,9698	0,1179	0,0009	0,8273
Média Geral			1,36	4,17	47,02	3,83	31,18
CV (%) ³			12,39	10,35	4,13	0,90	41,09

¹ Tratamentos com sorgo; ² Espaçamentos (0,45 m e 0,90 m); ³ Coeficiente de Variação (CV) da média; ⁴ Consórcio triplo: Sorgo + Capim Marandu + Feijão guandu. EE: Extrato Etéreo (% na MS); NDT: Nível de Digestão Total (% na MS); MM: Matéria Mineral (% na MS); pH (% na MS); Efluente: Perdas por Efluentes em grammas (% na MS). Médias seguidas de letra minúsculas distintas diferem entre si para espaçamento e maiúscula para consórcio, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6 CONCLUSÕES

1. A maior produtividade de matéria verde ocorreu no espaçamento 0,45m, para o sorgo solteiro e quando consorciado com capim Marandu e feijão guandu (consórcio triplo).

2. O espaçamento entre as linhas de sorgo influenciou os resultados das análises.

3. O consórcio do sorgo com capim Marandu e feijão guandu proporcionou aumento médio no teor de proteína bruta em 27% antes da silagem e 22% após o ensilamento com relação ao sorgo solteiro.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. M. S.; MORAES, A. V. C.; GUIMARAES, D. P. Clima: época de plantio. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 3. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2). Disponível em: <[www.http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81574/1/Epoca-plantio.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81574/1/Epoca-plantio.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2015.
- ALCÂNTARA, P. B. Origem das Brachiarias e suas características morfológicas de interesse forrageiro. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, 1., 1986, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1987. p. 1-18.
- ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, p.25-36, 2001.
- ALMEIDA, C. M. **Parâmetros produtivos do consórcio sorgo-braquiaria brizantha e valor nutricional da silagem**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUOS-8M3JY8>>. Acesso em: 22 Nov. 2015.
- AMADUCCI, S.; MONTI, A.; VENTURI, G. Non-structural carbohydrates and fibre components in sweet and fibre sorghum as affected by low and normal input techniques. **Ind. Crops Prod.**, v.20, p.111-118, 2004.
- AMARAL, R. C. et al. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-Marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.3, p.532-539, 2007.
- ANDRADE, I. F.; GOMIDE, J. A. Curva de crescimento e valor nutritivo de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). cv Tawiam A-146. **Revista Ceres**, v.18, n.100, p.431-447, 1971.
- ANDRADE, R. V.; OLIVEIRA, A. C. Maturação fisiológica do colmo e da semente de sorgo sacarino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.10, n.3, p.19-31, 1988.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.857-865, 2000.
- ANTONOPOULOU, G. et al. Biofuels generation from sweet sorghum: fermentative hydrogen production and anaerobic digestion of the remaining biomass. **Bioresour. Technol.**. Amsterdam, v.99, p.110-119, 2008.

AQUINO, A. J. S. **Avaliação do crescimento e de mecanismos de tolerância à salinidade em plantas de sorgo forrageiro irrigadas com águas salinas**. 2005. 73 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, 2005.

ARAÚJO, V. L. **Momento de colheita de três híbridos de sorgo para produção de silagem**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2002. 47p. (Dissertação).

ARAÚJO, V. L. **Características agronômicas e avaliação de silagens de 25 híbridos de sorgo**. 2006. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/SSLA-7U2NL7/tese_vera_lucia_araujo.pdf?sequence=1>. Acesso em: 17 jun. 2015.

AZEVEDO, D. M. et al. Atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo e distribuição do sistema radicular da soja sob diferentes sistemas de preparo no cerrado maranhense. **Revista Ciência Agrônômica**, v.38, n.01, p.32-40, 2007.

BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L. G.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 2001. p. 890-911.

BARCELLOS, A.O. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Lavras, v. 37, p. 51-67, 2008.

BARRIOS, N. A. Z. **O agrossistema do extremo oeste paulista**. 1995. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo - SP.

BEZERRA, A. P. A. et al. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agrônômica**, v.38, n.01, p.104-108, 2007.

BILLA, E. et al. Structure and composition os sweet sorghum stalk components. **Ind. Crops Products**, v.6, p.297- 302, 1997.

BISHNOI, U. R.; OKA, G. M.; FEARON, A. L. Quantity and quality of forage and silage of pearl millet in comparison to sudax, grain, and forage sorghums arvested at different growth stages. **Trop. Agric.**, v.70, n.2, p.98-102, 1993.

BONA FILHO, A.; CANTO, M. W. **Qualidade nutricional das plantas forrageiras**. 2008. Disponível em: <<http://www.fundepecpr.org.br/tev/forrageira.asp>>. Acesso em: 30 maio 2014.

BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e de

umidade de colmo. **Pesquisa Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.49, n.4, p.441-452, 1997.

BUENO, M. F. **Produção e valor nutritivo dos capins Marandu e Mombaça em diversas épocas de vedação e uso**. 1999. 67f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

CALAÇA, J. C. P. **Sorgo forrageiro e braquiária no sistema de integração lavoura pecuária com soja superprecoce**. 2014. 100f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília - DF.

CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C. Estimativas do Valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, p.1837-1856, 2001.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. BAHIA FILHO, A. F. C. **Nutrição e adubação do milho forrageiro**. In EMBRAPA/Centro nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Milho para silagem: tecnologias, sistemas e custo de produção. Sete Lagoas. 1991. P. 29-31. (EMBRAPACNPMS. Circular Técnico, 14).

COELHO, A. M. et al. Seja o doutor do seu sorgo. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 100, p. 1-24, 2002. (Arquivo do agrônomo, 14).

CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D. J. R. Assessing silage quality. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Eds.). **Silage Science and Technology**. Madison, 2003. p. 141-198.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2012/2013 - quarto levantamento**. Brasília: CONAB, 2013. 29p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_07_09_09_04_53_boletim_gaos_junho__2013.pdf>. Acesso em: 25 maio 2015.

CONCENÇO, G.; SALTON, J. C; CECCON, G. **Dinâmica de plantas infestantes em sistemas integrados de cultivo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 51 p. (Série de Documentos; 114)

COSTA, N. L.; OLIVEIRA, J. R. C.; PAULINO, V. T. Efeito do diferimento sobre o rendimento de forragem e composição química de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Rondônia. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.22, n.1, p.495-501, jan./fev. 1993.

COSTA, N. R. et al. Custo da produção de silagens em sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Rev. Ceres**, Viçosa, v.62, n.1, p. 9-19, fev. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2015000100009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27 nov. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201562010002>.

CUNHA, S. P.; SEVERO FILHO, W. A. Avanços tecnológicos na obtenção de etanol a partir de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Tecnológica**, Santa Cruz do Sul, v.14, n.2, p.69-75, 2010.

DAHIYA, S. S. et al. Extra-short-duration pigeonpea for diversifying wheat-based cropping systems in the sub-tropics. **Experimental Agriculture**, London, v.38, p.1-11, 2002.

DALLA CHIESA, E. et al. Aspectos agronômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.30, n.1, p.67-73, 2008.

DETMANN, E. et al. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1763-1777, 2003.

DIAS, F. J. **Valor nutritivo de silagens de gramíneas de inverno com ou sem leguminosas e da planta de soja**. 2007. 83 f. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR.

DINIZ, G. M. M. **Produção de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench): aspectos gerais**. 2010. 22f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco - PE.

EASTIN, J. D. et al. Environmental responses in sorghum. In: REUNION INTERNACIONAL DE SORGO 1978, Buenos Aires. **Annais...** Buenos Aires: Secretaría de Agricultura y Ganadería de La Nación, 1978. p.321-324.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Cultivo do sorgo – plantio. **Sistemas de Produção, 2**, 8 ed., out. 2008. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_8_ed/plantio-plantio.htm>. Acesso em: 26 jun. 2015.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Evolução do sorgo sacarino para produção de etanol é viável**. 2010. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/noticias>>. Acesso em: 16 set. 2014.

EMYGDIO, B. M. et al. **Desempenho de cultivares de sorgo sacarino para a produção de etanol sob diferentes densidades de plantas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. 22p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento)

ERASMO, E. A. L. et al. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.22, n.3, p.337-342, 2004.

EVANGELISTA, A. R. et al. Efeito da associação milho soja no valor nutritivo na silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.12, n1, p. 50-59, 1983.

EVANGELISTA, A. R. et al. Composição bromatológica de silagem de sorgo (*sorghum bicolor* (L.) MOENCH) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) Dewit). **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.02, p.429-435, 2005.

FAO. **Coarse grains**. 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/010/ai466e/ai466e04.htm>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

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**, v.29, n.6, p.1608-1615, 2000.

FERREIRA, J. J. Estágio de maturação ideal para ensilagem de milho e sorgo. In: CRUZ, C. C. et. al. (Eds.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 405-428.

FERREIRA, D. F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

FERNANDES, F. E. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2111-2115, 2009.

FERNANDES, P. G. et al. Influência do espaçamento e da população de plantas de sorgo sacarino em diferentes épocas semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.6, p.975-981, jun, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n6/a16714cr2013-0190.pdf>> Acesso: em 17 jun. 2015.

FREITAS, R. S.; BORGES, W. L. B.; SILVA, G. S. Encontro sobre tecnologias de produção de milho e sorgo. Campinas: Instituto Agrônomo, 2009a. p. 1-11. (Documentos IAC 89).

FREITAS, R. S.; DUARTE, P. D.; BORGES, W. L. B.; STRADA, W. Produtividade de grãos de milho safrinha e sorgo no noroeste do Estado de São Paulo. In: X SEMINÁRIO DE MILHO SAFRINHA . Rio Verde Goiás, 2009b. **Anais ...** Rio Verde Goiás.

FREITAS, R. S. et al. Sorgo granífero – desempenho agrônomo de cultivares. **Pesquisa & Tecnologia**, v.11, n.1, jan-jun. 2014. Disponível em: <<http://www.apta regional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/2014/janeiro-junho/1536-sorgo-granifero-desempenho-agronomico-de-cultivares/file.html>>. Acesso em: 16 mar. 2015.

GIACOMINI, S. J. et al. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.2, p.325-334, 2003.

GIRON CEDENO, J. A. **Estudo de gramíneas tropicais em diferentes idades**. 2001. 66 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

GOMES, V. M. **Disponibilidade e valor nutritivo de brachiaria vedada para uso na região semi-árida de Minas Gerais**. 2003. 99f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

GOMIDE, J. A. et al. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plant age and nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v.61, n.1, p. 120-123, jan./feb. 1969.

GHOSH, P. K. et al. Assessment of nutrient competition and nutrient requirement in soybean/sorghum intercropping system. **European Journal of Agronomy**, v.31, n.1, p.43-50, 2009.

HERNANI, L. C.; FEDATTO, E. Encontro Regional de Plantio Direto no Cerrado. Sustentabilidade, sim! Embrapa Agropecuária Oeste. **Documentos 31**, 2001. 122p.

HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC International**. 17. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2000.

JAFARINIA, M.; ALMODARES, A.; KHORVASH, M. Using sweet sorghum bagasse in silo. In: CONGRESS OF USING RENEWABLE SOURCES AND AGRIC. WASTES, 2., **Proceeding**... Isfahan, Iran: Khorasgan Azade University, Isfahan, Iran, 2005.

KARAM, D.; SILVA, J. B.; ARCHANGELO, E. R. **Controle de plantas daninhas na cultura de sorgo forrageiro**. In: CRUZ, J. C. et al. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 519-544.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. Cultivo do sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo, Sistemas de produção 2**, 2008.

LEMPP, B.; MORAIS, M. G.; SOUZA, L. C. F. Produção de milho em cultivo exclusivo ou consorciado com soja e qualidade de suas silagens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n.3 p. 243-249, 2000.

LEITE, G. G.; COSTA, N. L.; GOMES, A. C. Efeito da época de diferimento sobre a produção e qualidade da forragem de gramíneas na região dos Cerrados do Brasil. **Pasturas Tropicais**, Cali, v. 20, n. 1, p. 15-22, abr. 1998.

LEONEL, F. P. et al. Comportamento produtivo e características nutricionais do capim-braquiária cultivado em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.177-189, 2009.

MACHADO, S. Does intercropping have a role in modern agriculture? **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 64, n. 2, p.55-57, 2009.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas. EMBRAPA, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 86)

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Ecofisiologia da produção de sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 87).

MAGALHÃES, R. T.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S. Estimativa da degradabilidade ruminal de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) utilizando a técnica *in situ*. **Acta Sci. Anim. Sci.** Maringá, v. 27, n. 4, p. 483- 490, 2005.

MAGALHAES, J. A. et al. Influencia da adubação nitrogenada e idade de corte sobre os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro de três cultivares de capim-elefante. **REDVET. Revista eletrônica de Veterinária**, v.10, n.4, 2009.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES. F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. Ecofisiologia, Cultivo do Sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo, Sistemas de Produção 2**, 4. ed, 2010.

Disponível em:

<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/ecofisiologia.htm>. Acesso em: 25 maio 2015.

MANTOVANI, E. C. **Plantio e colheita do sorgo**. 1. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 2003. (Comunicado Técnico, 75).

MARCHEZAN, E.; SILVA, M. I. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino em Santa Maria, RS. **Rev. Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, n.14, v.3, p.161-172, 1984.

MARTIN, T. L. C; GARCIA, R.; SILVA, J. F. de. Efeito da associação milho-soja (*Glycine Max*) na qualidade da silagem. **Revista Brasileira e Zootecnia**, v.12, n.3, p.562- 575, 1983.

MAY, A. et al. Influência do arranjo de plantas no desempenho produtivo de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), em Sete Lagoas-MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29. 2012a. Águas de Lindóia, SP, **Anais...** Águas de Lindóia: ABMS, 2012a. p.2382-2389. 1 CD-ROM.

MAY, A. et al. (Ed.). **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol**: Sistema BRS1G-Tecnologia Qualidade Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012b. p.22-31.

MESQUITA, E. E. et al. Efeitos e métodos de estabelecimento de Brachiaria e Estilosantes e de doses de calcário, fósforo e de gesso sobre alguns componentes nutricionais das forragens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, 2002.

MILLER, T. B. Forage conservation in the tropics. **Journal British Grasse and Society**, Hurley, v. 24, n. 2, p.158-62, 1969.

MINSON, D. J. **Forrage in ruminant nutrition**. San Diego, 1990. 483 p.

MOLINA, L. R. **Avaliação nutricional de seis genótipos de sorgo colhidos em três estádios de maturação**. 2000. 65f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte – MG.

MOLIN, R. **Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura de milho**. Castro: Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, 2000. p.1-2.

MÜHLBACH, P. R. F. Forrageira de alta qualidade, um insumo escasso no nosso meio. 2012. Disponível em:
<http://m.milkpoint.com.br/mypoint/23709/p_forrageira_de_alta_qualidade_um_insumo_escasso_no_nosso_meio_4265.aspx> . Acesso em: 07 jan. 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Lost Crops of Africa**. Volume I: Grains. Washington: National Academy Press, 1996.

NAGAHAMA, H. J. et al. Dinâmica e variabilidade espacial de plantas daninhas em Sistemas de mobilização do solo em sorgo forrageiro. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.265-274, 2014.

NEUMANN, M. **Caracterização agrônômica quantitativa e qualitativa da planta, qualidade de silagem e análise econômica em sistema de terminação de novilhos confinados com silagem de diferentes híbridos de sorgo** (*Sorghum bicolor*, L. Moench). 2001. 208 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS.

NEUMANN, M. et al. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1 (Supl.), p.293-301, 2002a.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; MENEZES, L. F. G. Resposta econômica da terminação de novilhos em confinamento, alimentados com silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, p.123-133, 2002b.

NEUMANN, M. et al. Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.224-242, 2005.

NUNES, J. O. R. **Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada a escolha de áreas para construção de aterro sanitário em Presidente Prudente**, 2002. 211f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciência e Tecnologia da UNESP, Presidente Prudente - SP.

NUSSIO, L. G. Milho e sorgo para Produção de silagem. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.) **Volumosos para bovinos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1993. p.75-177.

NUSSIO, L. G. Volumosos suplementares na produção de bovinos de corte em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 253-275.

OBALUM, S. E.; OBI, M. E. Physical properties of a sandy loam Ultisol as affected by tillage-mulch management practices and cropping systems. **Soil and Tillage Research**, v.108, n.1, p.30-36, 2010.

OBEID, J. A. et al. **Simpósio sobre o manejo estratégico da pastagem**. Viçosa: UFV, 2002. 469 p.

AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995. v.1.

OLIVEIRA, F. M. Consumo humano do sorgo na propriedade agrícola. Sorgo, uma opção agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n.144, p.11-13, 1986.

OLIVEIRA, R. P. et al. Características agronômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, Goiânia, v.35. n.1, p.45-53, 2005.

OLIVEIRA, L. B. et al. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Rev. Bras. Zootec.**, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

OLIVETTI, M. P. A.; CAMARGO, A. M. M. P. Aspectos econômicos e desenvolvimento da cultura de sorgo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.7, n.1, 1997.

PAIVA, J. A. **Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais**. 1976. 85f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte – MG.

PATTERSON, T. et al. Evaluation of the 1996 beef cattle NRC model predictions of intake and gain for calves fed low or medium energy density diets. **Nebraska Beef Report MP 73-A**, p.26-29, 2000.

PAZIANI, S. F.; DUARTE, A. P. **Avaliação de cultivares de milho e sorgo para silagem**. 2006. Disponível em: <<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2006/2006-julho-dezembro/444-avaliacao-de-cultivares-de-milho-e-sorgo-para-silagem.html>>. Acesso em: 13 jun. 2015.

PEDREIRA, M. S. et al. Características agronômicas e composição química de oito híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.32, n.5, p.1083-1092, out. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982003000500008&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 21 out. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982003000500008>.

PESCE, D. M. C. et al. Porcentagem, perda e digestibilidade in vitro da matéria seca das silagens de 20 genótipos de sorgo. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v.52, n.3, jun. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352000000300014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 17 nov. 2015.

PERIN, A. et al. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.35-40, 2004.

PERIN, P. et al. Desempenho agrônomo de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.903-908, 2007.

PINA, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E. Efeitos de indicadores e dias de coleta na digestibilidade dos nutrientes e nas estimativas do valor energético de alimentos para vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2461-2468, 2006.

PINEDO, L. A. **teores de taninos e produção de gases *in vitro* da silagem de sorgo com adição de níveis crescentes de guandu**. 2009. 80f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP.

RAIJ, B. V. et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. **Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas, 2001.

RAMPINO, P. et al. Drought stress response in wheat: physiological and molecular analysis of resistant and sensitive genotypes. **Plant Cell Environ**, v.29, n.12, p.2143–2152, 2006.

REIS, R. A.; COAN, R. M. Produção e utilização de silagens de gramíneas. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p. 91-120.

REISI, F.; ALMODARES, A. The effect of planting date on amylose content in sorghum and corn. In: INT. BIOL. CONFERENCE, 3. **Proceedings...** Tehran, Iran, 2008.

RESENDE, A. V. et al. **Adubação maximiza o potencial produtivo do sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo, 2009. p.8. (Circular técnica; 119)

RESTLE, J. et al. Manipulação do corte do sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) para confecção de silagem, visando a produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3 (Supl.), p.1481-1490, 2002.

REZENDE P. M. et al. Consórcio sorgo-soja. V. Comportamento de híbridos de sorgo e cultivares de soja consorciados na entrelinha no rendimento de forragem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 369-374, 2001.

REZENDE, P. M. et al. Consórcio sorgo-soja. VIII. Sistemas de corte, cultivares de soja e híbridos de sorgo na produção de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e monocultivo de sorgo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 04, p.475-481, 2004.

REZENDE, M. R. et al. Consórcio sorgo-soja XII: produção de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo consorciados na entrelinha, em dois sistemas de corte. **Revista Ceres**, Viçosa, v.52, n.299, p.59-71, jan./fev. 2005.

RIBAS, P. M. **A Implantação da cultura do sorgo**. 1. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 2003. 4p. (Comunicado Técnico; 94).

RIBAS, P. M. **Cultivo do sorgo**. Embrapa milho e sorgo. Sistema de produção. 2008. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/plantio-plantio.htm>. Acesso em: 16 mar. 2015.

RIBAS, M. N. **Avaliação agrônômica e nutricional de híbridos de sorgo com capim sudão, normais e mutantes bmr - portadores de nervura marrom**. 2010. 140 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte - MG.

RODRIGUES, J. A. S.; SILVA, F. E.; GONÇALVES, L. C. Silagem de diferentes cultivares de sorgo forrageiro colhidos em diversos estádios de desenvolvimento. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. **Resumos ...** Londrina: IAPAR, 1996. p.269.

RODRIGUES, P. H. M. et al. Avaliação do uso de inoculantes microbianos sobre a qualidade fermentativa e nutricional da silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.23, p. 538-545, 2004.

RODRIGUES FILHO, O. et al. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.07, n.01, p.37-48, 2006.

RODRIGUES, J. A. S. Sistema de produção do sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo, Sistemas de Produção 2**, 2010.

RODRIGUES, J. A. S. **Primeiras chuvas favorecem o plantio de sorgo para silagem**. Transferência de Tecnologia. Embrapa. Notícias. Transferência de Tecnologia. 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2208983/primeiras-chuvas-favorecem-o-plantio-de-sorgo-para-silagem>>. Acesso em: 16 mar. 2015.

ROMAN, G. H. V. et al. Researches on sweet sorghum productivity in the South Romanian. **Plain Proceedings of First AFITA Conference**, Japan, 1998, p.24-26.

ROONEY, L. W.; WANISKA, R. D. Sorghum food and industrial utilization. In: Smith, C. W.; Frederiksen, R. A. **Sorghum**: origin, history, technology, and production. New York, NY: John Wiley and Sons, 2000. p.680-750.

ROONEY, W. L. et al. Review: Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock. **Biofuels Bioproducts & Biorefining**, West Sussex, v.1, p.147-157, 2007.

ROTH, G.; UNDERSANDER, D. Silage additives. In: **CORN SILAGE PRODUCTION MANAGEMENT AND FEEDING**. Madison: Madison American Society of Agronomy, p.27-29, 1995.

RUGGIERI, A. C.; TONANI, F.; GUIM, A. Efeito do estágio de maturação sobre a composição bromatológica da planta e da silagem de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 107-108.

SALOMÃO, F. X. T. Solos do arenito Bauru. In: PEREIRA, V.P.; CRUZ, M.E.; CRUZ, M. C. P. (eds.). **Solos altamente suscetíveis à erosão**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p.51-68.

SANTOS, F. G.; CASELA, C. R.; WAQUIL, J. M. melhoramento do sorgo. In: BORÉM, A. **Melhoramento das espécies cultivadas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. p.605-812.

SANTOS, J. P. et al. Consórcio sorgo-soja. XIII. Efeito de sistemas de corte o de sistemas de corte e arranjo de plantas no desempenho forrageiro do sorgo. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.33, n.2, p.397-404, mar./abr. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/cagro/v33n2/v33n2a06.pdf](http://www.http://www.scielo.br/pdf/cagro/v33n2/v33n2a06.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2015.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T. Desempenho produtivo de cultivares de sorgo forrageiro e granífero na Paraíba. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.7, n.2, p.49-55, 2013.

SENSAGENT. Oeste paulista. **Sensage**: enciclopédia em linha, dicionário de definições e mais. 2014. Disponível em: <<http://dicionario.sensagent.com/Oeste%20Paulista/pt-pt/>>. Acesso em: 8 nov. 2014

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. **Biologia e controle de plantas daninhas**. Viçosa: DFT/UFV, 2002. Cd-rom.

SILVA, A. G. et al. Consórcio sorgo soja. IX. Influência de sistemas de cortes na produção de forragens de sorgo e soja consorciados na linha e de sorgo em monocultivo. **Ciencia e Agrotecnologia**, v.27, n.2, p.451-461, 2003.

SILVA, R. L. **Produção de Forragem do Feijão Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) sob Diferentes Estratégias de Plantio e Corte**. 2008. 36p Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ.

SILVA, E. B. et al. Análise da distribuição espaçotemporal das pastagens cultivadas no bioma Cerrado entre 1970 e 2006. **Revista IDEAS**, v.7, p.174-209, 2013.

SILVA, A. G. et al. Consórcio sorgo e braquiária na entrelinha para produção de grãos, forragem e palhada na entressafra. **Rev. Ceres**, Viçosa, v.61, n.5, p.697-705, set/out, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201461050013>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 2. **Anais...** Piaraciba: 1975. p.156-185.

SCHAFFERT, R. E. **Determinação do período útil de industrialização para o sorgo sacarino**. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Milho e Sorgo. 1980-1984. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1986. p.155-157.

SCHUNKE, R. M. **Alternativas de manejo de pastagem para melhor aproveitamento do nitrogênio do solo**. Campo Grande: Embrapa, 2001. (Documentos, 111). Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc111/>>. Acesso em: 16 mar. 2015.

TANGTAWEEWIPAT, S.; ELLIOTT. R. Nutritional value of Pigeon pea (*Cajanus cajan*) meal in Poultry diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.25, n.(1-2), p.123-135, 1989.

TEIXEIRA, C. G. et al. Influência da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1601-1606, 1999.

TIRITAN, C. S. et al. Bromatological composition of sorghum, millet plant and midgetguandu at different cut times in intercropping and monoculture. **Acta Scientiarum, Agronomy**, Maringá, v.35, n.2, p.183-190, 2013.

TILLEY, J. M. A; TERRY, R. A. A. A two stages technique for "in vitro" digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

TOMICH, T. R. et al. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.56, n.2, p.258-263, 2004.

VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 37. **Anais...** Viçosa, 2000.

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, p.834-843, 1965.

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

VILELA, D. **Sistemas de conservação de forragem**: 1 - silagem. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1985. 42 p. (EMBRAPACNPGL. Boletim de Pesquisa; 11).

VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108.

VON PINHO, R. G. et al. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, v.66, n.2, p.235-245, 2007.

WANG, W.; VINOCUR, B.; ALTMAN, A. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. **Planta**, v.218, n.01, p.1-14, 2003.

ZHAO, Y. L. et al. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. **Field Crop Research**, Amsterdam, v.111, p.5-64, 2009.