

CÉLIA DAS EIRAS LUDOVINA DGEDGE MELO

**ARRANJOS DE SEMEADURA DE SORGO COM BRAQUIÁRIA PARA
PRODUÇÃO DE FORRAGEM E COBERTURA DO SOLO**

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

Orientador: Leonardo Duarte Pimentel

Coorientador: Francisco Cláudio Lopes
de Freitas

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2020

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

T

M528a
2020
Melo, Célia das Eiras Ludovina Dgedge, 1984-
Arranjos de semeadura de sorgo com braquiária para
produção de forragem e cobertura do solo / Célia das Eiras
Ludovina Dgedge Melo. – Viçosa, MG, 2020.
35 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Leonardo Duarte Pimentel.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 31-35.

1. Sorgo. 2. *Urochloa brizantha*. 3. Arranjos.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia.
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22 ed. 633.62

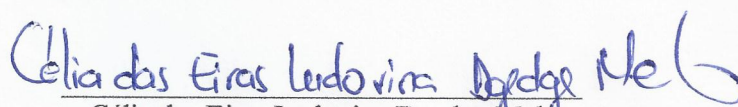
CÉLIA DAS EIRAS LUDOVINA DGEDGE MELO

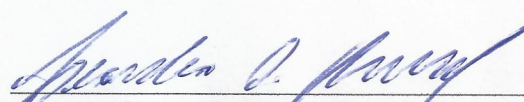
**ARRANJOS DE SEMEADURA DE SORGO COM BRAQUIÁRIA PARA
PRODUÇÃO DE FORRAGEM E COBERTURA DO SOLO**

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

APROVADA: 03 de fevereiro de 2020.

Assentimento:


Célia das Eiras Ludovina Dgedge Melo
Autora


Leonardo Duarte Pimentel
Orientador

A Deus, ao meu esposo António, meus
filhos Tony e Celton
e aos meus pais Alberto e Ludovina (*in
memoriam*).

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, família e amigos.

Ao meu esposo pelo amor, compreensão, dedicação, calor e simplicidade;

Aos meus filhos pela compreensão, amor, carinho, simplicidade e bravura;

Ao meu pai pelo apoio moral, amor e dedicação;

Aos meus irmãos Isalina, Túlia, Felícia, Pedro, Stela e Rui pelas risadas;

Aos meus sobrinhos, primos, tios e demais familiares;

A Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade para fazer o curso;

Ao programa de pós-graduação em fitotecnia por me acolher e orientar;

Ao meu orientador Leonardo Pimentel e coorientador Francisco Freitas pela paciência, abertura e ensinamentos;

Aos meus colegas: Angélica, Emily, Otto, Webber, Pedro, Paulo, Maria Antônia, Thaís, Maria Carolina, Maria José, Edmar e Lindemberg e a todos colegas que direta ou indiretamente tornaram a minha permanência no mestrado mais proveitosa e agradável;

A todos do departamento de agronomia no geral e aos colegas do programa Sorgo-UFV em particular pelo acolhimento caloroso;

Aos funcionários: Paulo, Luíz, Júlio, Douglas, Ricardo, Geraldo, Russo, Josemar e Carucho pelo apoio nas atividades de campo.

Pela materialização do presente trabalho que foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001;

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu alcançasse este grande feito vai o meu muito KANIMAMBO!

POR TI SENHOR TUDO ENTREGAREI...

RESUMO

MELO, Célia das Eiras Ludovina Dgedge, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2020. **Arranjos de semeadura de sorgo com braquiária para produção de forragem e cobertura do solo.** Orientador: Leonardo Duarte Pimentel. Coorientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas.

No Brasil o sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é cultivado nos períodos de primavera-verão e outono- inverno. Nos ambientes de cultivo para produção de silagem, ocorre elevada extração de nutrientes devido a colheita da planta inteira. A estratégia para a melhoria dos sistemas de produção de silagem seria a introdução da semeadura direta. No entanto, o manejo de plantas daninhas na cultura de sorgo é difícil devido ao limitado número de herbicidas gramínicos registrados para cultura. Para isso, faz-se necessário estudar arranjos de semeadura que viabilizem a produção de forragem de sorgo concomitantemente à formação de palhada para cobertura de solo. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar arranjos de semeadura de sorgo forrageiro com braquiária (*Urochloa brizantha* cv Marandu). Para isso foi conduzido um experimento em campo de fevereiro a novembro de 2019, onde foram avaliados três diferentes arranjos de semeadura de sorgo com braquiária e os respectivos monocultivos. Os tratamentos foram: sorgo solteiro (controle 1); braquiária solteira (controle 2); sorgo + duas linhas de braquiária (na entrelinha do sorgo); sorgo + duas linhas de braquiária (uma na linha + outra na entrelinha de sorgo); e sorgo com braquiária semeada a lanço. Foram avaliados parâmetros de crescimento, produtividade de matéria seca e cobertura do solo. A produtividade de matéria seca de forragem de sorgo foi superior no arranjo sorgo solteiro com obtenção de cerca de 12,01 t ha⁻¹, no entanto, no arranjo sorgo com braquiária a lanço obteve-se o maior rendimento de matéria seca total com 11,01 t ha⁻¹ para o sorgo e 3,75 t ha⁻¹ para a braquiária. O monocultivo de braquiária e o arranjo sorgo com braquiária a lanço proporcionaram uma cobertura total do solo com obtenção de 95% e 86%, respectivamente. A maior produtividade foi obtida no arranjo sorgo com braquiária a lanço com cerca de 14,02 t ha⁻¹ de matéria seca total. Nas condições do experimento visando a produção de forragem de sorgo no outono- inverno concomitantemente à formação de cobertura adequada do solo por braquiária na rebrota o arranjo sorgo com braquiária a lanço é o mais recomendado.

Palavras-Chave: Sorgo. *Urochloa brizantha*. Arranjos.

ABSTRACT

MELO, Célia das Eiras Ludovina Dgedge, M.Sc., Univeridade Federal de Viçosa, February, 2020. **Sorghum sowing arrangements with brachiaria for forage production and soil cover.** Advisor: Leonardo Duarte Pimentel. Co-advisor: Francisco Cláudio Lopes de Freitas.

In Brazil, sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) is grown in the spring-summer and autumn-winter periods. In cultivation environments for silage production, high nutrient extraction occurs due to the harvest of the entire plant. The strategy for improving silage production systems would be to introduce no-tillage. However, the management of weeds in the sorghum crop is difficult due to the limited number of herbicides registered for cultivation. For this, it is necessary to study sowing arrangements that make the production of sorghum fodder concomitant with the formation of straw to cover the soil. In this context, the objective of this work was to evaluate forage sorghum sowing arrangements with brachiaria (*Urochloa brizantha* cv Marandu). For this, a field experiment was conducted from February to November 2019, where three different sorghum sowing arrangements with brachiaria and the respective monocultures were evaluated. The treatments were: single sorghum (control 1); single brachiaria (control 2); sorghum + two lines of brachiaria (between the lines of the sorghum); sorghum + two lines of brachiaria (one in line + one between lines of sorghum); and sorghum with brachiaria sown by haul. Growth parameters, dry matter yield and soil cover were evaluated. The dry matter yield of sorghum forage was higher in the single sorghum arrangement with a yield of about 12.01 t ha⁻¹, however, in the sorghum arrangement with brachiaria sown by haul, the highest total dry matter yield was obtained with 11.01 t ha⁻¹ for sorghum and 3.75 t ha⁻¹ for brachiaria. The monoculture of brachiaria and the sorghum arrangement with brachiaria sown by haul provided total soil coverage with 95% and 86% respectively. The highest straw production was obtained in the sorghum arrangement with brachiaria sown by haul with approximately 14.02 t ha⁻¹ of total dry matter. Under the conditions of the experiment aiming at the production of sorghum forage in autumn-winter, concomitantly with the formation of adequate soil cover in the regrowth, the sorghum arrangement with brachiaria by haul is the most recommended.

Keywords: Sorghum. *Urochloa brizantha*. Arrangements.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1 Localização e caracterização da área experimental	10
2.2 Descrição dos tratamentos.....	11
2.3 Implantação e manejo das culturas.....	12
2.4 Variáveis avaliadas	13
2.4.1 1º Ciclo (Período outono-inverno).....	14
2.4.2 2º Ciclo (Período primavera-verão)	15
2.6 Análise estatística.....	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
3.1 1º Ciclo	18
3.1.1 Densidade, diâmetro do colmo e altura de plantas de sorgo e número de perfилhos de braquiária.....	18
3.1.2 Produtividade e partição de matéria seca	20
3.2 2º Ciclo	22
3.2.1 Número de perfilhos de sorgo e braquiária e porcentagem de cobertura do solo	22
3.2.2 Produtividade de Matéria Seca de Sorgo e Braquiária.....	24
3.2.3 Comportamento da Matéria Seca	27
3.3 Viabilidade do cultivo simultâneo para formação de pastagem e/ou cobertura morta para o plantio direto	29
4. CONCLUSÕES.....	30
5. REFERÊNCIAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a nona posição no ranking mundial dos países maiores produtores do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). O sorgo forrageiro é cultivado nos períodos de outono-inverno e primavera-verão, no entanto, em maior proporção no outono-inverno com cerca de 70% da produção total. A maior concentração da produção no período outono- inverno é consequência do menor valor de mercado do sorgo quando comparado ao milho e também a maior rusticidade da cultura permitindo obtenção de níveis de produtividade satisfatórios mesmos sobre condições adversas.

Nos sistemas de produção de silagem ocorre grande extração de nutrientes com exaustão do solo, como consequência da colheita da planta inteira. Uma forma de contornar a esta situação seria a adoção da semeadura direta (HECKLER & SALTON, 2002 e CRUZ et al., 2001) pelo fato desta permitir: a redução da eutrofização e poluição dos cursos de água, proteção e melhoramento químico- físico do solo (Através da cobertura do solo, da rotação de culturas e ciclagem de nutrientes, da preservação da matéria orgânica e do desenvolvimento de macro e microrganismo) e racionalização no uso de insumos e máquinas.

No entanto, a semeadura direta pressupõe a manutenção da cobertura do solo o máximo de tempo possível para posterior dessecação e formação da cobertura do solo. Cruz et al. (2001), Mello et al. (2004), Menezes et al. (2015) e Pascoaloto et al. (2017) afirmam que o uso do sorgo, milho, aveias e braquiárias (Culturas de outono-inverno), integradas num sistema planejado de rotação, proporcionam alto potencial de produção de fitomassa com elevado C/ N, garantindo assim a manutenção da quantidade mínima preconizada de cobertura do solo e por maior tempo.

Portanto, pressupõem-se que com propósito de produção máxima de fitomassa com vista o pastejo e semeadura direta, o cultivo simultâneo de duas ou mais culturas de outono-inverno seja o mais conveniente. Sustentando essa ideia, vários autores como Borghi et al. (2013), Neto et al. (2014) e Ribeiro (2014), confirmam a obtenção de altos índices de produção de fitomassa no cultivo simultâneo de sorgo e braquiárias. Neto et al. (2014), afirma ainda que a exploração da rebrota das plantas de braquiária no cultivo simultâneo com sorgo mostrou-se como técnica de cultivo viável para produção de forragem e cobertura do solo na entressafra em condições de cerrado.

Vários estudos têm sido feitos abordando as vantagens do cultivo simultâneo do sorgo e braquiárias. Porém, segundo Neto et al. (2014) poucos abordam sobre o arranjo de semeadura mais adequado por forma a evitar a competição, principalmente no que tange a

redução no rendimento do sorgo. Pois, no caso da cultura do sorgo não existem herbicidas gramínicidas que possam ser usados para estagnar o crescimento da braquiária. Além disso, outra lacuna observada está na ausência de estudos que façam um acompanhamento da formação da pastagem e produção de palhada na rebrota após a colheita do sorgo. Acrescido ao fato anterior, não foi identificado estudo abordando o cultivo simultâneo de sorgo com braquiária semeada a lanço. No entanto, o arranjo sorgo com braquiária semeada a lanço, devido ao baixo nível tecnológico exigido para sua implantação, figura como alternativa viável para uma agricultura menos tecnificada.

Neste contexto, objetivou-se com a pesquisa, avaliar arranjos de semeadura de sorgo forrageiro com braquiária (*Urochloa brizantha* cv Marandu), visando a produção de silagem de sorgo concomitantemente a formação da cobertura do solo.

Para isso foi implantado um experimento em campo no período de 27 fevereiro a 15 novembro de 2019, onde foram avaliadas a produção de forragem e formação de cobertura do solo em três arranjos de semeadura de sorgo com braquiária e nos respectivos monocultivos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi implantado na unidade de ensino, pesquisa e extensão Professor Clibas Vieira (aeroporto), pertencente ao departamento de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) de 27 fevereiro a 15 novembro de 2019.

O clima da região é segundo a classificação de Köppen do tipo Cwa - clima quente temperado com verão chuvoso que o inverno. O resumo das médias mensais para temperaturas máximas e mínimas bem como da precipitação mensal acumulada durante o período de condução do experimento está apresentado na figura 1.

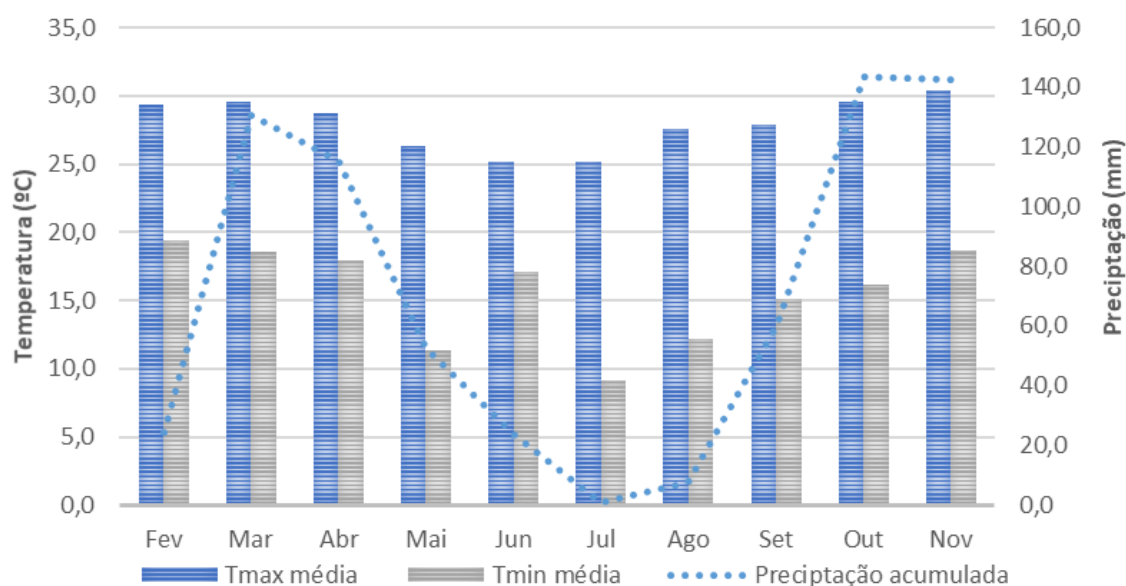


Figura 1. Temperaturas máximas e mínimas médias mensais (°C) e precipitação acumulada mensal (mm) durante o período de 27 fevereiro a 15 de novembro de 2019. (Fonte: INMET).

O solo é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2018). Os resultados da análise química do solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm estão apresentados na Tabela 1. De referir que a área do experimento foi anteriormente cultivada com a cultura da cana-de-açúcar em sistema de semeadura convencional.

Tabela 1. Resultados da análise química e física do solo

Profundidade	pH em H ₂ O	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	A. Química
		(mg/dm ³)	(mg/dm ³)	(cmol _c /dm ³)	(cmol _c /dm ³)	(cmol _c /dm ³)	
0-20 cm	5,4	5,9	44	2,61	0,97	0	
20-40 cm	5,54	1	6	2,14	0,68	0	
Profundidade	H+Al	SB	V	m	MO	P-rem	
	(cmol _c /dm ³)	(cmol _c /dm ³)	%	%	dag/kg	mg/L	
0-20 cm	3	3,69	55,2	0	2,15	31,2	
20-40 cm	2	2,84	56,3	0	1,34	25	

Legenda: P– fósforo, Extrator Mehlich-1; K– potássio, Extrator Mehlich-1; Ca– cálcio, Mg–magnésio e Al– alumínio-Ca²⁺,Mg²⁺ e Al³⁺; Extratores: KCl - 1 mol/L H + Al e Acetato de Cálcio 0,5 mol/L a pH 7,0; SB- soma de bases; V-saturação por bases; m- saturação por alumínio; MO- matéria orgânica; ; Mat. Orgânica= C.Org x 1,724 – pelo método de Walkley-Black; P-remfósforo remanescente: S - Extrator - Fosfato monocalcico em ácido acético.

2.2 Descrição dos tratamentos

O experimento foi conduzido no delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de cinco arranjos de semeadura de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivar SHS 570 Astral e braquiáriacultivar Marandu (*Urochloa brizantha*), sendo três correspondentes a diferentes estratégias de semeadura da braquiária junto com sorgo, nomeadamente: sorgo + duas linhas de braquiária nas entrelinhas de plantio do sorgo (SBE), sorgo com uma linha de braquiária na entrelinha e a outra na linha de plantio do sorgo (SBLE) e sorgo com braquiária semeada a lanço (SBLa). E dois dos respetivos monocultivos (Monocultivo de sorgo- controle 1 (MS) e monocultivo de braquiária- controle 2 (MB) conforme ilustrado na figura 2.

Em todas as parcelas contendo sorgo foram implantadas 4 fileiras de 8 m, espaçadas entre si de 1 m (Figura 2- A, C, D e E). Nas parcelas dos arranjos MB e SBE foram implantadas 6 fileiras de braquiária de 8 m, espaçadas de 0,5 m entre si (Figura 2-B e C). Nas parcelas do arranjo SBLE foram implantadas 7 fileiras de braquiária espaçadas de 0,5 m entre si conforme ilustrado na figura 2-D. Nas parcelas do arranjo SBLa a braquiária foi semeada a lanço (Figura 2 E). A área útil nas parcelas contendo sorgo, consistiu de 3 m² centrais, conforme ilustrado na figura 2 F.

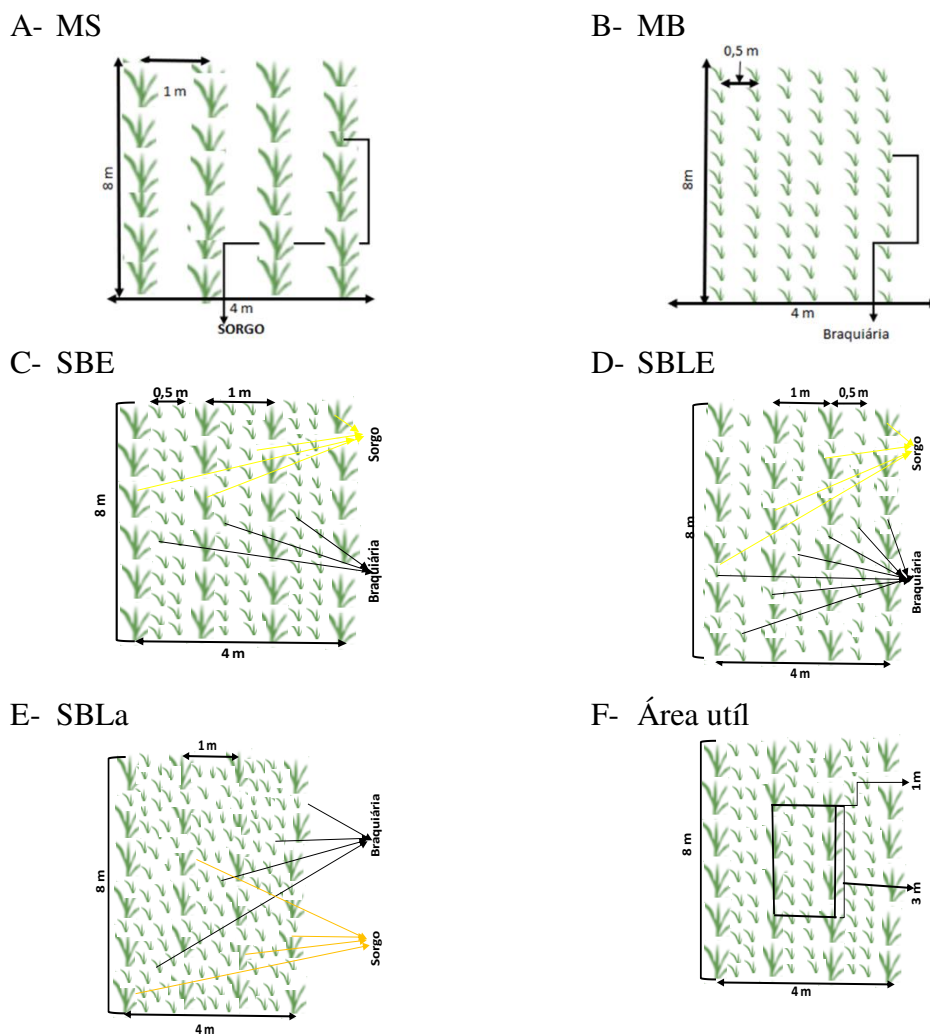


Figura 2- Arranjos de Semeadura. MS- monocultivo de sorgo; MB-monocultivo de braquiária; SBE- sorgo + duas linhas de braquiária nas entrelinhas de plantio do sorgo; SBLE- sorgo com uma linha de braquiária na entrelinha e a outra na linha de plantio do sorgo e SBLa- sorgo com braquiária semeada a lanço.

2.3 Implantação e manejo das culturas.

A adequação da área foi feita por meio de dessecação com o herbicida glyphosate, na dose de $1,8 \text{ kg ha}^{-1}$, 10 dias antes do semeio. Na sequência, o solo foi arado e gradeado. A sementeira simultânea do sorgo e braquiária foi feita no dia 27 de fevereiro de 2019. Foram utilizadas 14 sementes por metro linear de fileira (Em todas as parcelas contendo sorgo) do sorgo SHS 570 Astral, um híbrido destinado à produção de silagem e de ciclo precoce.

A sementeira da braquiária foi feita usando a braquiária (*Urochloa brizantha* cv Marandu), cultivar de ciclo vegetativo perene e forma de crescimento entouceirado. Usou-se sementes peletizadas e com alto grau de pureza cerca de 95% (Após teste de germinação em vaso). Nas parcelas MB, SBE e SBLE a sementeira foi a densidade de 32 g de semente. Nas parcelas de SBLa a densidade de sementeira foi de 48 g de semente, para minimizar

possíveis falhas na germinação e emergência como consequência da maior exposição da semente a fatores bióticos e abióticos.

Por ocasião do plantio foi feita a adubação utilizando 300 kg ha⁻¹ da formulação 8-28-18 de N-P-K de acordo com os resultados da análise do solo e recomendado (PITTA et al., 1998 & MATEUS et al., 2011). O adubo foi colocado apenas nas linhas de sorgo. As sementes de sorgo assim como as de braquiária foram colocadas a uma profundidade de 2 cm, conforme a recomendação (FREITAS et al., 2005a). Nas parcelas do arranjo SBLE as sementes de braquiária foram misturadas com o fertilizante.

Vinte cinco dias após a emergência do sorgo efetuou-se a adubação de cobertura. A mesma foi feita usando 140kg ha⁻¹ de sulfato de amônio colocado a lanço (PITTA et al., 1998 & MATEUS et al., 2011). Foram realizadas irrigações suplementares até ao início do florescimento.

O controle de plantas daninhas foi feito por meio da aplicação de atrazine, na dose de 1,5 kg de i.a ha⁻¹, aos 20 dias após a emergência do sorgo, utilizando pulverizador costal pressurizado com CO₂, mantendo a pressão constante de 200 kPa, equipado com dois bicos TT 110.02, espaçados de 1,0 m e calibrados para aplicar o equivalente a 100 L ha⁻¹ de calda. No momento da aplicação as condições climáticas eram as seguintes: céu claro, solo úmido, velocidade do vento inferior a 5 km h⁻¹, temperatura do ar em torno de 25°C e umidade relativa superior a 80%. Em todas as parcelas fez-se o controle fitossanitário, mantendo a população de pragas e organismos vetores de doenças abaixo do NED (Nível Econômico de Dano).

2.4 Variáveis avaliadas

Foram realizadas avaliações referentes a produção de biomassa aérea das duas espécies forrageiras, sendo também, realizadas avaliações morfológicas detalhadas de sorgo no 1º ciclo (Compreendido entre a semeadura e o primeiro corte). Já no 2º ciclo, compreendido entre a rebrota (65 dias após a colheita do sorgo) até ao segundo corte, além das avaliações da produção da biomassa da parte aérea, foram realizadas avaliações de cobertura de solo para os diferentes arranjos de semeadura estudados.

2.4.1 1º Ciclo (Período outono-inverno)

Cultura do sorgo

Variáveis morfológicas- Diâmetro do colmo, altura da planta

A medição das variáveis diâmetro do colmo, altura de plantas foi feita exclusivamente para a cultura do sorgo, em 10 plantas escolhidas aleatoriamente e devidamente marcadas na área útil por ocasião da colheita do sorgo. Foi feita uma amostragem não destrutiva. O diâmetro do colmo foi determinado com o auxílio do paquímetro digital, no terço médio do colmo e na altura correspondente a 10 cm da sua base. A altura da planta foi medida a partir do nível do solo até a extremidade superior da panícula, com o auxílio de uma régua de madeira.

Variáveis produtivas- Densidade e matéria seca de plantas

A colheita foi manual aos 105 dias após o plantio do sorgo, as plantas foram cortadas a 5 cm do solo. A densidade de plantas foi determinada pela contagem do número total de plantas em 3 m² na área útil por ocasião da colheita do sorgo. Para determinação da matéria seca, as plantas foram coletadas em 2 m² e separadas em: colmo, panícula, folhas e em seguida as partes foram pesadas para determinação da matéria fresca. Em seguida o material foi colocado em estufa com circulação de ar a 70° C até massa constante para posterior pesagem de determinação da matéria seca. A matéria seca total do sorgo foi determinada pelo somatório das respectivas massas seca das folhas, colmo e panícula. O rendimento foi estimado usando a massaseca, pois o material fresco sofre flutuação na massa devido a desidratação.(TAIZ et al., 2015).

Braquiária

Para a determinação da população de plantas de braquiária a amostragem foi feita por ocasião da colheita do sorgo. Onde foram feitas duas amostragens aleatórias de 0,25 m² em cada parcela (FREITAS et al., 2005a e FREITAS et al., 2005b). Para determinação do número de perfilhos da braquiária, cortou-se as plantas rente ao solo e procedeu-se com a contagem.

Para avaliação da matéria seca também foram coletadas plantas de braquiária através de duas amostragens aleatórias de 0,25 m². O material coletado foi acondicionado elevado a estufa de circulação forçada de ar entre 60° a 70° C até ao peso constante e na sequência foi determinada a matéria seca por pesagem.

2.4.2 2º Ciclo (Período primavera-verão)

Manejo das plantas na rebrota

No dia 5 de julho de 2019 (25 dias após a colheita do sorgo) realizou-se o corte das plantas da área a altura de 5,0 cm do solo (Roçagem), conforme ilustrado na figura 3A. A partir do dia 15 de agosto procedeu-se duas irrigações com lâminade 6 mm dia⁻¹ (ALENCAR et al., 2009), espaçadas de sete dias para estimular o crescimento da rebrota. Fez-se adubação com 144,4 kg ha⁻¹ de ureia e 111,1kg ha⁻¹ de acordo com os resultados de análise de solo e recomendado (RIBEIRO, 1999). E aos 105DACS (dias após a colheita do sorgo), iniciou um novo ciclo de avaliação conforme ilustrado na figura 3B.

A



B



Figura 3. A - Imagem do experimento completamente roçado após a colheita do sorgo; B - Imagem da parcela de monocultivo de braquiária 65 dias após a colheita do sorgo (Início da avaliação da rebrota).
Fonte: Célia Melo (2019).

Avaliação da cobertura do solo

Foi feita uma avaliação visual da cobertura do solo lançando um quadrado metálico de 1 m² na área útil (Ilustrado na figura 4A). A determinação de cobertura foi feita atribuindo notas de 0-5 onde:

- ✓ 1: 0% -solo totalmente descoberto;
- ✓ 2: 1 - 30% - solo com cobertura rara;
- ✓ 3: 31- 60 % - solo parcialmente coberto;

- ✓ 4: 61- 90% -solo com boa cobertura;
- ✓ 5: 91 - 100%- solo totalmente coberto.

Variáveis produtivas- Número de Perfilhos e Matéria Seca

A amostragem das plantas para determinação da densidade foi feita lançando duas vezes aleatoriamente um quadrado metálico de 0,5 m de lado (figura 4B) em seguida as plantas cortadas rente ao solo foram acondicionadas. As amostras levadas ao laboratório onde procedeu-se com a separação de sorgo e braquiária. Após a separação fez-se a contagem de perfilhos de cada cultura.

A



B



Figura 4. A - Imagem do quadrado de 1m² utilizado para avaliação de cobertura; B - Imagem do quadrado de 0,25 m² na coleta de amostras para determinação da densidade, matéria fresca e seca de sorgo e braquiária.

Fonte: Célia Melo (2019).

Após a contagem de perfilhos estes foram pesados separadamente por cultura para determinação da matéria fresca e em seguida acondicionados em sacos de papel separadamente. As amostras foram levadas a estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até ao peso constante e na sequência foi determinado o peso seco.

2.6 Análise estatística

Os dados das variáveis em estudo foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, constatada a normalidade, os mesmos foram processados sem transformação. As médias das variáveis: altura de plantas, diâmetro de colmo, densidade de plantas de sorgo, densidade de perfilhos e cobertura do solo foram submetidas ao teste Tukey a 5% de probabilidade. E as médias para matéria seca de sorgo e braquiária foram submetidas ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fez-se também a análise de regressão para verificar o comportamento da matéria seca total na rebrota ao longo do tempo. Os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t” a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação (R^2) e no fenômeno biológico. Para executar as análises referidas utilizou-se os pacotes Sisvar e Sigmaplot 11.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 1º Ciclo

3.1.1 Densidade, diâmetro do colmo e altura de plantas de sorgo e número de perfilhos de braquiária.

Por ocasião da colheita do sorgo fez-se a avaliação da densidade de plantas, diâmetro do colmo e altura de plantas de sorgo e do número de perfilhos de braquiária. Os resultados para o teste de média estão apresentados na tabela 2. As médias para a densidade de plantas de sorgo não diferiram entre si, tendo se observado em média cerca de 81.934 planta ha⁻¹, independentemente do arranjo de semeadura. O rápido estabelecimento e desenvolvimento do sorgo em relação à braquiária no 1º ciclo garantiu que não houvesse interferência na população do sorgo (NETO et al., 2014; FREITAS et al., 2005a).

Tabela 2. Médias obtidas para densidade de plantas, diâmetro do colmo, altura de plantas, número de perfilhos

Arranjo de Semeadura	1º corte			
	Sorgo			Braquiária
	Densidade (plantas ha ⁻¹)	Diâmetro do colmo (mm)	Altura de plantas (m)	Perfilhos m ⁻²
MS	86.798 ns*	21,22 A	2,05 B	-
MB	-	-	-	154 a
SBE	77.266 ns*	19,38 B	2,05 B	115,5 b
SBLE	75.157 ns*	19,20 B	2,18 A	87 b
SBLa	88.516 ns*	17,95 C	2,21 A	195 a
Média	81.934	19,43	2,12	137,88

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A avaliação do parâmetro diâmetro de colmo, permitiu constatar diferenças entre os arranjos de semeadura. Com o cultivo simultâneo do sorgo com braquiária houve redução significativa no diâmetro do colmo (Conforme apresentado na tabela 2). O diâmetro do colmo foi maior no MS, com obtenção de 21,22 mm. Com os cultivos simultâneos SBE e

SBLE houve uma redução de aproximadamente 9% no diâmetro do colmo em plantas de sorgo. A maior redução foi observada no arranjo SBLa, onde observaram-se reduções de cerca de 15% no diâmetro do colmo. Os resultados obtidos sugerem que houve uma compensação entre a densidade total de plantas (Plantas de sorgo + braquiária) e o diâmetro do colmo em plantas de sorgo. As densidades elevadas nos arranjos SBE, SBLE e principalmente no SBLa podem ter provocado aumento na competição interespecífica por luz, água e nutrientes, resultando em redução no diâmetro do colmo das plantas de sorgo (MAY et al., 2012; KAPPES et al., 2011).

Não houve alterações no parâmetro altura de plantas entre os arranjos MS e SBE, com obtenção de 2,05 m em ambos casos. Com o cultivo simultâneo nos arranjos SBLE e SBLa houve um incremento de 13 e 16 cm na altura de plantas de sorgo. E de modo geral, as plantas apresentaram média de altura abaixo do esperado, fato que pode ser atribuído a semeadura tardia em março (SILVA et al., 2005). No caso do arranjo SBLE, o cultivo de sorgo junto com braquiária na mesma linha ocasionou maior competição entre as duas forrageiras e o rápido desenvolvimento inicial do sorgo, permitiu ganho rápido de altura por forma a competir melhor pela luz. No tratamento SBLa o maior ganho de altura sugere ter ocorrido uma tendência para o estiolamento de plantas. A Densidade elevada no SBLa, resultou em menor espaçamento entre as plantas por metro linear ocasionando um efeito combinado da maior competição intraespecífica e interespecífica por água, nutrientes e luz, com consequente estímulo da dominância apical e aumento da estatura das plantas (MAY et al., 2012; KAPPES et al., 2011; BRACHTVOGEL et al., 2012; PENARIOL et al., 2003).

O perfilhamento da braquiária foi influenciado pelo arranjo de semeadura. O maior número de perfilhos m^{-1} foi obtido no arranjo SBLa com cerca de 195, superando o MB com 154. Nos arranjos SBE e SBLE houve redução respectiva de 25% e 44%, no perfilhamento da braquiária. O número elevado de perfilhos obtido no SBLa é explicado pela maior quantidade de semente usada neste arranjo, acrescido ao uso de semente de excelente qualidade, que resultou em maior germinação e emergência. No entanto, os perfilhos obtidos apresentaram maior altura e menor espessura do colmo. Ocorreu uma forte compensação entre a densidade e o tamanho dos perfilhos (Sbrissia & Silva, 2008). No arranjo SBLE o maior crescimento e desenvolvimento inicial do sorgo, ocasionou o sombreamento da braquiária nas linhas de plantio, resultando em menor crescimento das mesmas como consequência da deficiência de luz. Sob condições de sombreamento e nas condições de baixa luminosidade que caracterizam o período de outono-inverno, ocorrem reduções no crescimento e desenvolvimento da braquiária (CRESTANI, 2015 & CRESTANI et al., 2019).

3.1.2 Produtividade e partição de matéria seca

A produtividade de matéria seca de sorgo variou entre os arranjos de semeadura. Com o maior valor no MS, onde obteve-se cerca de 11,98 t ha⁻¹ de matéria seca. E na sequência os arranjos SBLa, SBE e SBLE com produção média de 11,1, 10,1 e 8,32 t ha⁻¹, respectivamente, conforme se pode constatar na figura 5. Sob cultivo simultâneo de sorgo com braquiária nos arranjos SBLa, SBE, SBLE, ocorreram reduções na produtividade na ordem dos 7,3 %, 15,7% e 31%, respectivamente. No arranjo SBLa a germinação e emergência tardia da braquiária, devido ao plantio a lanço sem incorporação da semente, deu uma maior janela ao sorgo para germinar, emergir e se estabelecer (JAKELAITIS et al., 2005; FREITAS et al., (2005 a,b); SARAIVA, 2017), contrariando a expectativa de maior competitividade por parte da braquiária, o que resultaria em reduções no rendimento do sorgo.

No caso do arranjo SBE, a presença da braquiária apenas nas entrelinhas e o rápido estabelecimento do sorgo, permitiu maior aproveitamento inicial dos recursos e acúmulo de substâncias de reserva, traduzindo-se em menores reduções na produtividade de matéria seca (SILVA et al., 2013 & SILVA et al., 2014). Já no SBLE, a presença da braquiária nas linhas de plantio do sorgo e nas entrelinhas, resultou em maior competição interespecífica por luz, nutrientes e água. Acrescido a isso, a condução do experimento no período outono-inverno (Luminosidade baixa) agravou ainda mais a competição pela luz, o que pode ter se traduzido em baixa taxa fotossintética.

No entanto, embora era de se esperar que com a condução do experimento no período outono-inverno houvesse drástica redução na produtividade de matéria seca, tal fato não ocorreu. Pois, as temperaturas médias máxima de 27 °C e mínima de 16 ° C (Vide figura 1) observadas, situaram-se dentro do limite 36° C e 16° C de respectivas médias máxima e mínima requeridas para o crescimento e desenvolvimento da cultura (MAGALHÃES et al., 2014). Por outro lado, embora a precipitação acumulada de 315 mm observada durante o período de condução de condução do experimento (Figura 1), não tenha alcançado os 380 a 600 mm requeridos pela cultura (SANS et al., 2003), o déficit hídrico foi suprido pela irrigação. Outro fator que favoreceu a obtenção de níveis de produtividade aceitáveis mesmo nos cultivos simultâneos, foi a compensação entre a altura de plantas e diâmetro de colmos.

Com relação a braquiária as médias obtidas para produtividade de matéria seca foram: 4,63, 1,92, 2,39 e 3,4 t ha⁻¹ nos respectivos arranjos MB, SBE, SBLE e SBLa (Vide figura 5). Os níveis de produtividade obtidos foram baixos, o que pode ser explicado pelas baixas temperaturas e precipitações observadas no período de março a junho. No entanto, ainda assim, o principal objetivo foi alcançado no primeiro 1º ciclo. Pois, era essencial que a braquiária se estabelecesse neste período em todos arranjos de semeadura e tal fato ocorreu .

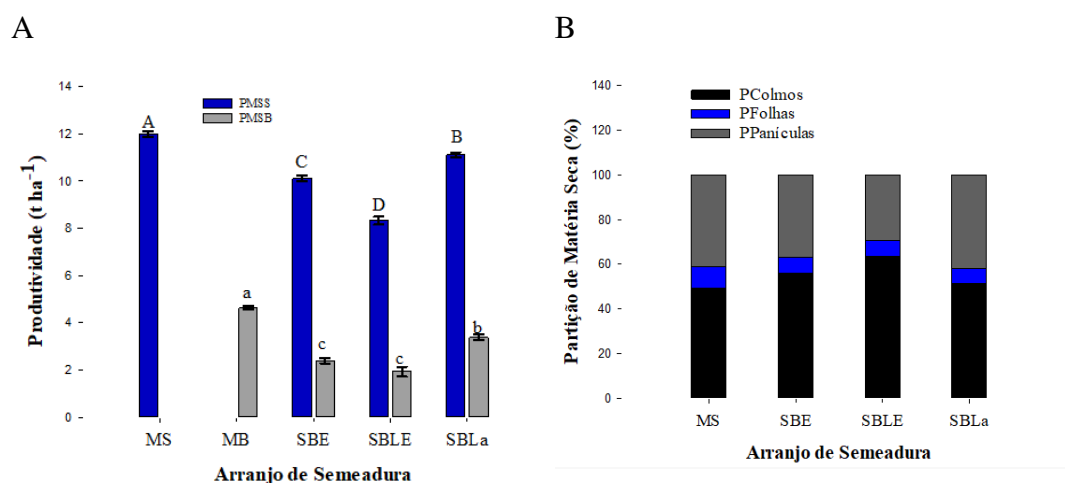


Figura 5. A: média para produtividade de matéria seca de sorgo e braquiária, para matéria seca de sorgo, as barras seguidas pela mesma letra maiúscula não mostraram diferença significativas e as seguidas por letras maiúsculas diferentes foram estatisticamente diferentes pelo teste Skott- Knott a 5% de probabilidade. Para matéria seca de braquiária as médias seguidas pela mesma letra minúscula não foram estatisticamente diferentes e as seguidas por letras minúsculas diferentes foram estatisticamente diferentes a 5% de probabilidade pelo teste de Skott- Knott. B: representa a partição de matéria seca em plantas de sorgo nos diferentes arranjos de semeadura.

A partição de matéria seca é um indicador de qualidade da forragem. Pode-se presumir que a forragem é de qualidade quando se tem proporcionalmente maior quantidade de panículas em relação a colmo e folhas. Obteve-se a seguinte partição de matéria seca para panículas, colmos e folhas: 39, 56 e 5 % no MS, 37, 57 e 6% no SBE, 29, 63 e 8% no SBLE e 41, 52 e 7% no SBLa. Pode-se constatar que quando se cultivou o sorgo junto com braquiária sob os arranjos SBE e SBLE houve uma redução em 5,13% e 25,65 % na qualidade da forragem comparativamente ao arranjo MS. Fato contrário foi observado no arranjo SBLa, onde houve um incremento de 5,13 % na qualidade da forragem quando comparado ao arranjo MS.

No arranjo SBE houve uma ligeira redução na qualidade da forragem, que pode ser explicada pela ligeira competição entre o sorgo e as duas linhas de braquiária na entrelinha. A menor partição de panículas no SBLE pode ser explicada pela intensa competição na linha entre sorgo e braquiária, o que pode ter resultado no alocamento dos recursos para

competição em detrimento do acúmulo de substâncias de reserva. Já no arranjo SBLa o incremento na qualidade da forragem pode ser explicado pelo fato da braquiária primeiro ter sido semeada a lanço e sem incorporação, resultando numa maior janela para o desenvolvimento e estabelecimento do sorgo. Segundo, após a emergência a braquiária desenvolveu-se rapidamente e sombreou as folhas basais das plantas de sorgo, o que resultou no estiolamento e possível translocação dos fotoassimilados para a parte mais aérea das plantas de sorgo.

3.2 2º Ciclo

3.2.1 Número de perfilhos de sorgo e braquiária e porcentagem de cobertura do solo

O perfilhamento de sorgo na rebrota (2º ciclo) foi maior no MS que diferiu dos cultivos simultâneos SBE, SBLE e SBLa (Vide tabela 3). Estes que por sua vez não diferiram entre si. Este resultado sugere que há uma tendência de redução do perfilhamento da rebrota do sorgo plantado junto com braquiária. Provavelmente em cultivo simultâneo de sorgo com braquiária houve alocação dos recursos para o crescimento e desenvolvimento dos perfilhos já existentes em detrimento da formação de novos. Outro fato importante a ressaltar é o menor valor para perfilhamento do sorgo no arranjo SBLE, que pode sugerir que houve maior competição quando a braquiária foi plantada na linha de sorgo.

O arranjo SBLa apresentou maior número de perfilhos de braquiária na rebrota (767 perfilho m⁻²) e diferiu estatisticamente dos demais arranjos de semeadura, conforme se pode constatar na tabela 3. A semelhança do ocorrido no primeiro ciclo, o perfilhamento no SBLa superou o MB. Este fato pode ter ocorrido por consequência da maior densidade de semeadura neste arranjo associada a excelente qualidade das sementes de braquiária. No entanto, os perfilhos obtidos no arranjo SBLa apresentaram colmos menos espessos em relação aos obtidos no MB. Houve notadamente, uma compensação entre o número de perfilhos e diâmetro do colmo dos mesmos (SBRISSIA & SILVA, 2008). Pois, a altas densidades populacionais, as plantas alocam seus recursos para um crescimento mais rápido, a fim de evitar o sombreamento, aumentando a possibilidade de crescimento acima do dossel, porém diminuindo o diâmetro de colmo (SBRISSIA & SILVA, 2008 e RODRIGUES et al., 2018).

Os demais arranjos SBLE e SBLa apresentaram menores valores para perfilhamento, com 386 e 337, respectivamente. Mais uma vez, o arranjo SBLE apresentou

a menor média, sugerindo que houve maior competição entre sorgo e braquiária quando esta foi colocada na linha de sorgo, resultando na alocação dos recursos para o crescimento e desenvolvimento dos perfilhos já existentes em detrimento da formação de novos.

Tabela 3. Médias obtidas para número de perfilhos de sorgo e braquiária e porcentagem de cobertura do solo

Arranjo de Semeadura	2 ° Corte		
	Sorgo	Braquiária	Cobertura do solo (%)
	Perfilhos m ⁻²		
MS	52 A	-	28 c
MB	-	536 b	95 a
SBE	35 B	386 c	53 b
SBLE	32 B	337 c	60 b
SBLa	33 B	767 a	86 a
Média	38	507	64,4

Teste de tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferenças significativas para parâmetro cobertura do solo (Tabela 3). A maior porcentagem para cobertura do solo foi obtida no arranjo MB com 95% que correspondeu a nota 5, que por sua vez equivaleu a classe de solo totalmente coberto. A porcentagem de cobertura do solo nos arranjos MB e SBLa não diferiu pelo teste de tukey a 5%, com obtenção de 86% de cobertura no SBLa, conforme se pode constatar na tabela 3. No entanto, os 86% de cobertura obtidos no SBLa, corresponderam a nota 4 enquadrando-se na classe de solo com boa cobertura. A porcentagem de cobertura do solo nos arranjos SBE e SBLE não diferiu entre si, no entanto, ambos diferiram dos demais tratamentos, com obtenção de 53 e 60%, respectivamente (Tabela 3). As porcentagens obtidas nestes dois últimos arranjos, corresponderam a nota 3, que equivaleu a classe de solo parcialmente coberto. E por último, esteve o arranjo MS, onde obteve-se a menor cobertura do solo, com 28%. A porcentagem obtida neste arranjo correspondeu a nota 2, equivalente a classe de solo com cobertura rara.

A cobertura total do solo alcançada no arranjo MB, é consequência da excelente qualidade da semente de braquiária, aliado as ótimas condições de temperatura e precipitação (figura 1) observadas no período de setembro a novembro. Fato que, resultou em maior disponibilidade de recursos para o crescimento e desenvolvimento de perfilhos (TIMOSSI et al., 2007). No arranjo SBLa, a boa cobertura do solo obtida é consequência também da excelente qualidade da semente e maior densidade de semeadura da braquiária, aliada também as ótimas condições de temperatura e precipitação (Figura1) que

caracterizaram o período de setembro a novembro, que resultaram em rápido crescimento e desenvolvimento da braquiária, suprimindo as plantas de sorgo (TIMOSSI et al., 2007).

Nos arranjos SBE e SBLE, a cobertura parcial obtida é consequência da maior competição entre o sorgo e braquiária no primeiro ciclo, que resultou em menor crescimento e desenvolvimento para ambas as culturas (Obtenção de plantas raquíticas para ambas culturas). E, no segundo ciclo mesmo com a melhoria nas condições climáticas, a resposta das plantas de sorgo bem como de braquiária foi lenta. No entanto, acredita-se que se prolonga-se a avaliação até dezembro, provavelmente haveria maior crescimento e desenvolvimento das plantas de braquiária (TIMOSSI et al., 2007). No arranjo MS, a menor cobertura do solo foi devido a menor crescimento e desenvolvimento que caracteriza a rebrota de sorgo, pois esta, atinge no máximo 60% da matéria seca obtida no primeiro corte (ZAGGO, 1991), o que pressupõe drásticas reduções na capacidade de cobertura do solo.

3.2.2 Produtividade de Matéria Seca de Sorgo e Braquiária

No 2º ciclo os arranjos de semeadura diferiram quanto a produtividade de matéria seca de sorgo (Vide figura 6). O arranjo MS superou os demais, com obtenção de cerca de 11 t ha⁻¹, conforme se pode constatar na figura 6. Sob cultivo simultâneo de sorgo com braquiária nos arranjos SBLa, SBE, SBLE, ocorreram reduções na produtividade de matéria seca na ordem dos 54,5 %, 36,4% e 36,4, respectivamente. Houve produção satisfatória de matéria seca do sorgo no arranjo MS, com obtenção de 90% da produtividade obtida no primeiro ciclo. A rebrota de sorgo atinge no máximo 60% da matéria seca obtida no primeiro corte (ZAGGO, 1991), portanto, produtividades em torno ou superiores a 60% são consideradas satisfatórias. A obtenção de níveis de produtividade satisfatórias no 2º ciclo, pode ser atribuído, a adubação de cobertura feita no início deste período de cultivo. E, aliado a isso, a melhoria das condições climáticas que caracterizaram o período de setembro a novembro (Vide figura1), favoreceram o crescimento e desenvolvimento da cultura do sorgo. Pois, o sorgo forrageiro é considerado uma cultura sensível ao fotoperíodo, além de ser uma planta com metabolismo fotossintético C₄, requerendo temperaturas elevadas e altas taxas de luminosidade (MAGALHAES et al., 2003).

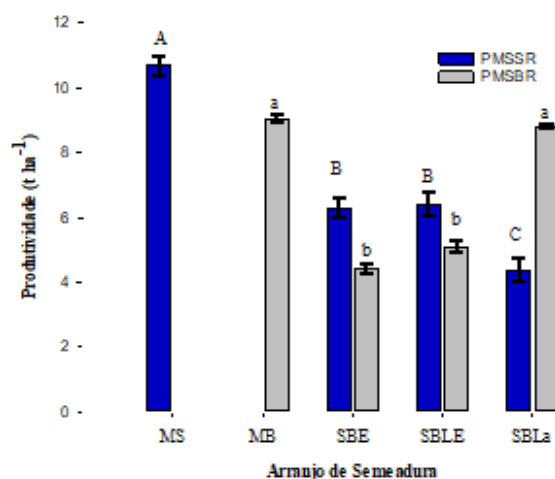


Figura 6. Produtividade de matéria seca de sorgo e braquiária. Para matéria seca de sorgo, as barras seguidas pela mesma letra maiúscula não mostraram diferença significativas e as seguidas por letras maiúsculas diferentes foram estatisticamente diferentes pelo teste Skott- Knott a 5% de probabilidade. Para matéria seca de braquiária as barras seguidas pela mesma letra minúscula não foram estatisticamente diferentes e as seguidas por letras minúsculas diferentes foram estatisticamente diferentes a 5% de probabilidade pelo teste de Skott- Knott.

No arranjo SBE também houve produção satisfatória de matéria seca de sorgo, com obtenção de 69,3 % em relação ao 1º ciclo (ZAGGO, 1991). O que sugere que, não houve interferência das duas linhas de braquiária nas entrelinhas sob o crescimento e desenvolvimento do sorgo. Portanto, a melhoria das condições climáticas que se verificou de setembro a novembro, favoreceram a obtenção de níveis de produtividade adequados, visto que o sorgo é uma planta C₄, com altos requerimentos em temperatura, luminosidade e água (MAGALHÃES et al. 2014). Já no arranjo SBLE, a produtividade foi além da expectativa, com obtenção de cerca de 84% da matéria seca obtida no 1º ciclo. O fato sugere por um lado, que o cultivo de uma linha de braquiária nas entrelinhas, não interferiu no crescimento e desenvolvimento do sorgo. E por outro lado, que o sorgo suprimiu as plantas de braquiária semeadas na linha de plantio.

No arranjo SBLa a produtividade de matéria seca de sorgo não foi satisfatória com obtenção de cerca de 45% do 1º ciclo. A maior densidade de plantio da braquiária neste arranjo, aliado a adubação, uso de semente de excelente qualidade e melhoria das condições climáticas a partir de setembro (Vide figura 1), rápido crescimento e desenvolvimento da braquiária, suprimindo as plantas de sorgo (TIMOSSIEt al., 2007), resultando em reduções na produtividade.

Embora, não se tenha obtido níveis satisfatórios para produtividade de matéria seca de braquiária no primeiro ciclo, o estabelecimento da forrageira foi possível em todos os arranjos. E no 2º ciclo, houve obtenção de níveis satisfatórios de matéria seca de braquiária. O que, corrobora com o fato de que a braquiária apresenta plasticidade

fenotípica e tolerância em resposta ao sombreamento, fato que permitiu o seu estabelecimento nos cultivos simultâneos durante o 1º ciclo e consequentemente níveis satisfatórios de produtividade no 2º ciclo (FREITAS et al., 2005 b).

O arranjo MB superou os demais com obtenção de $9,1 \text{ t ha}^{-1}$, conforme se pode constatar na figura 6. Com o cultivo simultâneo houve reduções na ordem dos 51%, 44% e 3%, nos arranjos SBE, SBLE e SBLa, respectivamente. A melhoria das condições climáticas a partir do mês de setembro (Vide figura 1), aliado a adubação no início do 2º ciclo de cultivo, resultou em maior disponibilidade de recursos para o crescimento e desenvolvimento da braquiária (TIMOSSI et al., 2007).

O arranjo SBLa também proporcionou a obtenção de altos níveis de produtividade de matéria seca de braquiária, com obtenção de $8,81 \text{ t ha}^{-1}$ (Vide figura 6). Os resultados obtidos neste arranjo contrariam o esperado. Jogaram em favor para obtenção dos altos níveis de rendimento neste arranjo, a semente de alta qualidade, maior densidade de semeadura, a adubação de cobertura efetuada no início do 2º ciclo de cultivo e a melhoria nas condições climáticas a partir de setembro (Vide figura 1). O que resultou em maior disponibilidade de recursos para o crescimento e desenvolvimento da braquiária (TIMOSSI et al., 2007) e consequente supressão das plantas de sorgo.

A produtividade de matéria seca de braquiária obtida no arranjo SBLE, foi de cerca de $5,1 \text{ t ha}^{-1}$, conforme se pode constatar na figura 6. Neste arranjo, embora, tenha havido supressão da braquiária semeada nas linhas de sorgo, não houve interferência sobre aquelas plantadas nas entrelinhas. As mesmas estabeleceram-se no 1º ciclo e já no 2º ciclo, com a melhoria das condições climáticas (Vide figura 1) a partir do mês de setembro, houve um rápido crescimento e desenvolvimento da braquiária. Pois, as braquiárias são gramíneas tropicais com mecanismo C_4 (MONTROYA, 2016), portanto, demandam luz radiante e altas temperaturas. Assim sendo, as braquiárias apresentam melhor performance produtivo na época das águas (TIMOSSI et al., 2007). No entanto, ainda assim, níveis baixos de produtividade foram obtidos no arranjo SBE. Contrariando ao ocorrido no 1º ciclo. O que sugere que, a semeadura das duas linhas de braquiária nas entrelinhas de sorgo, espaçadas de 0,5 m entre si (Vide figura 2), resultou em maior competição intra e interespecífica, resultando em redução na produtividade para ambas culturas, principalmente para braquiária.

3.2.3 Comportamento da Matéria Seca

A matéria seca total no 2º ciclo de cultivo, mostrou um comportamento quadrático no arranjo MS (Figura 7A). Com valor o máximo de 12,39 t ha⁻¹ aos 124 DAR (Dias Após a Roçagem). Houve um aumento na produção da matéria seca a partir dos 80 dias após ao 1º corte, que foi ocasionado pelo aumento da temperatura, aumento nos níveis de precipitação que caracterizou o período de setembro a novembro (Figura 1). A partir dos 140 DAR, iniciou uma redução na quantidade de matéria seca produzida. O que sugere que, provavelmente aos 140 DAR iniciou o período de senescência das plantas de sorgo. Apartir deste ponto não se espera mais ganhos na matéria seca do sorgo. Pois, com o início da senescência ocorre uma redução gradual da área foliar que é traduzida em redução na matéria seca de folhas que impacta sobre a matéria seca total nas plantas de sorgo (BENINCASA, 2003 e BARBOSA et al., 2019).

A matéria seca total apresentou um comportamento quadrático no arranjo MB, conforme ilustrado na figura 7B. Com valor mínimo de 5,9 t ha⁻¹ aos 96 DAR, a partir deste ponto ocorreram ganhos na matéria seca. O valor mínimo obtido neste ponto é derivado das condições climáticas caracterizadas por temperaturas abaixo de 15 °C e precipitação acumulada mensal abaixo de 50 mm, após esta data, o início do período das águas proporcionou ganhos na matéria seca total no arranjo MB. Pois, as braquiárias apresentam melhor performance produtivo na época das águas (TIMOSSI et al., 2007).

Comportamento quadrático similar ao observado no MB, também se verificou no arranjo SBE (Figura 7C) com o mínimo de 4,07 t ha⁻¹ observado aos 94 DAR. A partir deste ponto com início do período das águas ocorreu um incremento na matéria seca. O mesmo comportamento da matéria seca nos arranjos MB, SBE e foi observado no arranjo SBLE. Neste arranjo, a matéria seca repetiu a mesma tendência quadrática crescente (figura 7D), com o valor mínimo de 2,57 t ha⁻¹ aos 34 DAR. Após este ponto ocorreu um incremento na matéria seca total (SILVA et al., 2013 & SILVA et al., 2014). A matéria seca total também apresentou um comportamento quadrático no arranjo sorgo SBLa com 6,1 t há de produtividade mínima aos 93 DAR (Figura 7E). E, a semelhança dos demais arranjos contendo braquiária após o ponto mínimo ocorreu um incremento na matéria seca.

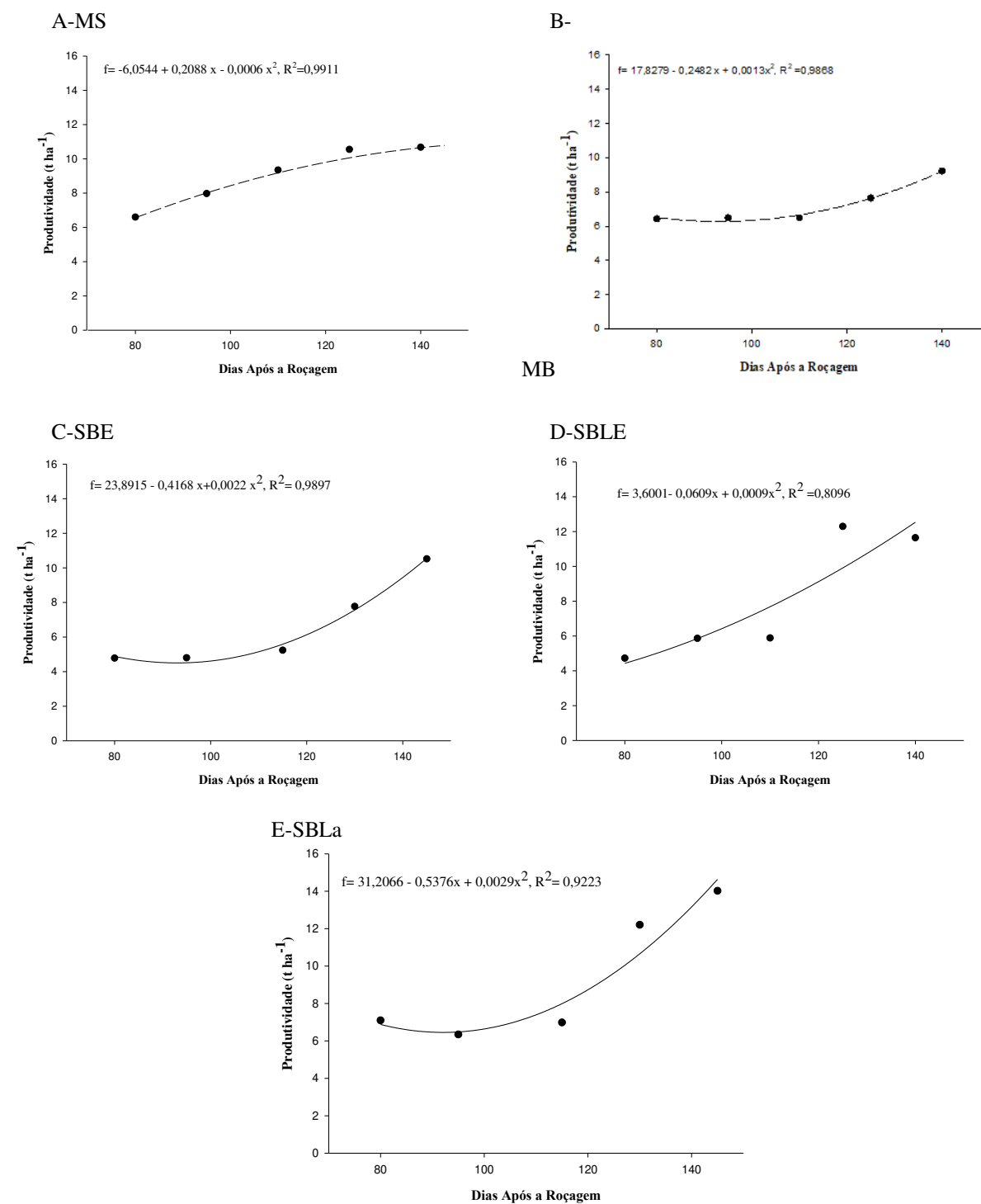


Figura 7. Comportamento da matéria seca total ao longo do período de avaliação no 2º ciclo: A- monocultivo de sorgo; B- Monocultivo de braquiária; C- arranjo sorgo + duas linhas de braquiária na entrelinha; D- arranjo sorgo com 1 linha de braquiária na entrelinha + 1 na linha de plantio; e E- arranjo sorgo com braquiária semeada a lanço (ao nível de 5 % de significância).

3.3 Viabilidade do cultivo simultâneo para formação de pastagem e/ou cobertura morta para o plantio direto

O cultivo simultâneo de sorgo com braquiária mostrou-se viável para formação de pastagem ou produção de palhada para o plantio direto (SILVA et al., 2013 e SILVA et al., 2014). Pois, independentemente do arranjo de semeadura houve formação de biomassa adequada tanto para pastagem bem como para dessecação e formação de palhada. Em todos os tratamentos houve uma produção de matéria seca superior a 6 t ha^{-1} , recomendados para formação de cobertura do solo adequada (TIMOSSI et al., 2007).

A produtividade total de biomassa nos cultivos simultâneos superou a dos respectivos monocultivos. Com maior produtividade no arranjo SBLa ($14,02 \text{ t ha}^{-1}$), seguido do SBLE ($11,64 \text{ t ha}^{-1}$) e com menor valor o SBE ($10,51 \text{ t ha}^{-1}$), dados obtidos aos 140 dias após a roçagem (175 dias após a colheita do sorgo), segundo ilustrado na figura 7. No arranjo SBLa os valores elevados podem ser explicados pela maior densidade de plantas de braquiária, o que ocasionou rápida colonização do espaço pelas mesmas resultando em maior aproveitamento da luz e nutrientes e conseqüentemente maior ganho de biomassa (TIMOSSI et al., 2007).

No arranjo SBLE a maior disponibilidade de área por planta de braquiária na entrelinha do sorgo resultou em maior disponibilidade de luz e nutrientes. Porém, o inverso foi observado neste mesmo tratamento com relação as plantas de braquiária na linha de plantio do sorgo, onde houve maior competição, resultando em redução no perfilhamento tanto do sorgo bem como da braquiária. Mas ainda assim, o balanço para produtividade de biomassa total foi positivo. No arranjo SBE a maior proximidade entre as linhas de braquiária e sorgo pode ter resultado em maior competição interespecífica com reduções na produtividade do sorgo bem como da braquiária. No entanto, ainda assim a produtividade esteve acima da média recomendada (TIMOSSI et al., 2007).

4. CONCLUSÕES

- ✓ A eficiência na produção de forragem de sorgo no 1º ciclo e formação de pasto e/ou cobertura do solo no 2º ciclo varia entre os arranjos de semeadura sob condições de sequeiro;
- ✓ O arranjo sorgo com braquiária na entrelinha apresentou uma produção aceitável de forragem de sorgo no 1º ciclo, no entanto, foi menos produtivo com relação a formação de pasto e/ou cobertura de solo no 2º ciclo;
- ✓ O arranjo sorgo com 1 linha de braquiária + 1 linha na entrelinha de plantio de sorgo, embora, tenha sido menos produtivo com relação a forragem de sorgo no 1º ciclo, foi eficiente na formação de pasto e/ou cobertura do solo no 2º ciclo;
- ✓ Foi no arranjo sorgo com braquiária a lanço onde obteve-se concomitantemente melhor produtividade de forragem de sorgo no 1º ciclo e formação de pasto e/ou cobertura do solo no 2º ciclo;
- ✓ Portanto, visando a produção de sorgo no 1º ciclo concomitantemente a formação de pastagem e/ou maior cobertura do solo no 2º ciclo sob condições de sequeiro, o arranjo sorgo com braquiária a lanço é promissor.

5. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. J. B. & MENDES, M. C. Época de semeadura do sorgo forrageiro em duas localidades do estado de Minas Gerais. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, 2011.
- ALBUQUERQUE, C. J. B., DE OLIVEIRA, R. M., SILVA, K. D. J., ALVES, D. D., ALVARENGA, R. C., & BORGES, G. L. F. N. Intercropping of tropical forage crops with grain sorghum in two localities of Minas Gerais State. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 1, p. 1-9, 2013.
- ALBUQUERQUE, C. J. B., PINHO, R. G. V., RODRIGUES, J. A. S., & BRANT, R. D. S. Espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura do sorgo forrageiro para a região norte de minas gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 494-501, 2011.
- ALENCAR, C. A. B. D., CUNHA, F. F. D., MARTINS, C. E., CÓSER, A. C., ROCHA, W. S. D. D., & ARAÚJO, R. A. S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. SPE, p. 98-108, 2009.
- BARBOSA, M. A. M., KUKI, K. N., BENGALA, P. S. P., PEREIRA, E. D. S., DE BARROS, A. F., MONTOYA, S. G., & PIMENTEL, L. D. Phenological and physiological evaluation of first and second cropping periods of sorghum and maize crops. **Journal of Agronomy and Crop Science**. November, 2019.
- BASSO, F. C., ANDREOTTI, M., CARVALHO, M. D. P., & LODO, B. N.. Relações entre produtividade de sorgo forrageiro e atributos físicos e teor de matéria orgânica de um latossolo do Cerrado. **Pesquisa agropecuária tropical**, p. 135-144, 2011.
- BENINCASA, M. M. P. Departamento de biologia aplicada à agropecuária. Análise de crescimento de plantas (noções básicas). FCAV-UNESP: Jaboticabal, p. 02-06, 2003.
- BRACHTVOGEL, E. L., PEREIRA, F. R. D. S., CRUZ, S. C. D. S., ABREU, M. L. D., & BICUDO, S. J.. População, arranjo de plantas uniforme e a competição intraespecífica em milho. **Revista Trópical: Ciências Agrárias e Biológicas**, p. 75-83, 2012.
- CONAB: COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Janeiro 2018. **Monitoramento agrícola- Safra 2017**, v. 4, n. 1, p. 1-98, 2018. 2318-6852.
- COSTA, J. P. R., DE FIGUEIREDO BRITO, L., DO CARMO VIEIRA, L. D., MEISTER, N. C., MACEDO, C. H. O., ALVES, P. L. D. C. A., & RUGGIERI, A. C. Análise de crescimento de dois cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf.(Poaceae). **Biotemas**, v. 25, n. 1, p. 17-22, 2012.
- .
- CRESTANI, S. **Respostas morfogênicas e dinâmica da população de perfilhos e touceiras em *Brachiaria brizantha* cv Piatã submetida a regimes de sombra em área de integração lavoura-pecuária-floresta**. Orientador: Sila Carneiro da Silva. 2015. Tese (Doutorado em ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba- São Paulo.

CRESTANI, S., GEREMIA, E., MASCHERONI, J., MONTEIRO, R., & da SILVA, S. C. Uso do critério de interceptação de luz para o manejo do pastejo em área de integração lavoura pecuária floresta. **Embrapa Agrossilvipastoril-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2019.

CRUZ, J. C., PEREIRA FILHO, I. A., ALVARENGA, R. C., & SANTANA, D. P. Plantio direto e sustentabilidade do sistema agrícola. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2001.

DANTAS, G. D. F., FARIA, R. T. D., SANTOS, G. O., DALRI, A. B., & PALARETTI, L. F. Produtividade e qualidade da brachiaria irrigada no outono/inverno. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 3, p. 469-481, 2016.

DE ALMEIDA, C. M., Lana, A. M. Q., RODRIGUES, J. A. S., ALVARENGA, R. C., & BORGES, I. Influência do tipo de semeadura na produtividade do consórcio sorgo-Urochloa brizantha cv Marandu no sistema integração lavoura-pecuária. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2012.

DE MELLO, L. M., YANO, É. H., NARIMATSU, K. C., TAKAHASHI, C. M., & BORGHI, É. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 121-129, 2004.

DE MENEZES, C. B. Sorgo granífero: estenda sua safrinha com segurança. Embrapa Milho e Sorgo-Documents (INFOTECA-E), 2015.

EMBRAPA MILHO E SORGO, **Jornal Eletrônico**, edição 91, Sete Lagoas-MG, FAOSTAT, 2018.

Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, acesso em: 18.04.2019

FREITAS, F. C. L., FERREIRA, L. R., FERREIRA, F. A., SANTOS, M. V., AGNES, E. L., CARDOSO, A. A., & JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de Brachiaria brizantha com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2005a

FREITAS, F. C. L., FERREIRA, F. A., FERREIRA, L. R., SANTOS, M. V., & AGNES, E. L. Cultivo consorciado de milho para silagem com Brachiaria brizantha no sistema de plantio convencional. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 635-644, 2005b.

HECKLER, J. C; & SALTON, J. C. Palha: fundamento do Sistema Plantio Direto. **Embrapa Agropecuária Oeste-Sistema de Produção (INFOTECA-E)**, 2002.

JAKELAITIS, A., SILVA, A. F., SILVA, A. A., FERREIRA, L. R., FREITAS, F. C. L., & VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de Brachiaria brizantha consorciada com milho. **Planta daninha**, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.

KAPPES, C; ANDRADE, J. A. D. C; ARF, O; OLIVEIRA, A.C. D; ARF, M. V; & FERREIRA J. P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia** [online]. 2011, vol. 70, n. 2. 2011.

MAGALHAES, Paulo César; DURAES, Frederico OM; RODRIGUES, J. A. S. Fisiologia da planta de sorgo. Embrapa **Milho e Sorgo-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2003.

MATEUS, G. P., CRUSCIOL, C. A. C., BORGHI, É., PARIZ, C. M., COSTA, C., & SILVEIRA, J. P. F. D. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1161-1169, 2011.

MAY, A., CAMPANHA, M. M., da SILVA, A. F., COELHO, M. D. O., PARRELLA, R. D. C., SCHAFFERT, R. E., & PEREIRA FILHO, I. A. Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e população de plantas. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2012.

MONTOYA, SEBASTIÁN GIRALDO. **Ecofisiologia e Produtividade de Brachiaria Decumbens em Sistema Silvopastoril com Macaúba**. Orientador: Sérgio Yoshimitsu Motoike. 2016. 93 f. Tese (Doutorado. Tese em fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- Minas Gerais, 2016.

NETO, A. H., DA SILVA, A. G., TEIXEIRA, I. R., DE PINHO COSTA, K. A., & DE ASSIS, R. L. Consórcio de sorgo granífero e braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 132-141, 2014.

PACHECO, E. P.; DE CARVALHO, H. W. L.; DOS SANTOS, F. G. Avaliação de cultivares de sorgo granífero do Ensaio Nacional nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25.; SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, Spodoptera frugiperda, 1., 2004, Cuiabá, MT. Da agricultura familiar ao agronegócio: tecnologia, competitividade e sustentabilidade: resumos. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Cuiabá: Empaer, 2004., 2004.

PASCOALOTO, I. M., ANDREOTTI, M., CRUZ, S. S. D., SABBAG, O. J., BORGHI, E., LIMA, G. C. D., & MODESTO, V. C. Economic analysis of sorghum consortia with forages or with dwarf pigeon pea succeeded by soybean or corn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 10, p. 833-840, 2017.

PELLIZZARO, E. C., ALBRECHT, L. P., KRENCHINSKI, F. H., ALBRECHT, A. J. P., & MIGLIAVACCA, R. A. Redução no espaçamento do milho em solos de baixa altitude. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 211-220, 2019.

PENARIOL, F. G., FORNASIERI FILHO, D. O. M. I. N. G. O. S., COICEV, L., BORDIN, L., & FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 02, 2003.

PITTA, GVE; FRANCA, G. E.; COELHO, A. M. Calagem e adubação do sorgo forrageiro. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, 1992.

PORTES, T. D. A., CARVALHO, S. I. C. D., OLIVEIRA, I. P. D., & KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, 2000.

RIBAS, P. M. Plantio: a implantação da cultura. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2008.

RIBEIRO, A. C. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999.

RIBEIRO, M. G. **Sistemas de semeadura no consórcio de sorgo granífero com cultivares de *Brachiaria brizantha* na safrinha**. Orientadora: Kátia Aparecida de Pinho Costa. 2014. 40 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Goiano, Rio Verde- Goiás, 2014.

RODRIGUES, J. A. S., TOMICH, T. R., GONÇALVES, L. C., ALBUQUERQUE, C. J. B., GUIMARAES, A. D. S., FERNANDES, L. D. O., & PAES, J. M. V. Sorgo forrageiro para silagem, corte e pastejo. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2014.**

RODRIGUES, J., ALVARENGA, R., KARAM, D., & SANTOS, F. Implantação de pastagem de Braquiária brizanta consorciado com diferentes cultivares de sorgo. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25.; SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, Spodoptera frugiperda, 1., 2004, Cuiabá, MT. Da agricultura familiar ao agronegócio: tecnologia, competitividade e sustentabilidade:[resumos expandidos]. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Cuiabá: Empaer, 2004., 2004.

SANGOI, L., ALMEIDA, M. L., GRACIETTI, M. A., BIANCHET, P., & HORN, D. . Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em função da densidade de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 1, n. 2, p. 60-66, 2002.

SARAIVA, D. T. **Épocas de semeadura a lanço de *Urochloa brizantha* cv. Piañã consorciada com milho para silagem**. Orientador: Lino Roberto Ferreira, 2017. 19 f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- Minas Gerais, 2017.

SBRISSIA, A. F & SILVA, S. C. DA. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 35-47, 2008.

SILVA, A. G., DE MORAES, L. E., NETO, A. H., TEIXEIRA, I. R., & SIMON, G. A. Consórcio na entrelinha de sorgo com braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 1, n. 34, p. 3475-3487, 2013.

SILVA, A. G., ROCHA, V. S., CECON, P. R., PORTUGAL, A. F., & PINA FILHO, O. C. Avaliação dos caracteres agronômicos de cultivares de sorgo forrageiro sob diferentes condições termofotoperiódicas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 01, 2005.

SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5 ed, Brasília- DF:3, 353p, 2018.

TAIZ L, ZEIGER E, MØLLER IM, MURPHY A. **Plant Physiology and Development**, Ed 6, Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. 2015

TIMOSSI, P. C; DURIGAN, J. C; LEITE, G J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

ZAGO, C. P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. Simpósio sobre Nutrição de bovinos, v. 4, n. 1991, p. 169-213, 1991.

SILVA, A. G. D., MORAES, L. E. D., HORVATHY NETO, A., TEIXEIRA, I. R., & SIMON, G. A. Consórcio sorgo e braquiária na entrelinha para produção de grãos, forragem e palhada na entressafra. **Revista Ceres**, v. 61, n. 5, p. 697-705, 2014.