



GABRIEL BOTTA REBELATTO

CONSÓRCIO DE SORGO COM PLANTAS DE COBERTURA

**LAVRAS – MG
2020**

GABRIEL BOTTA REBELATTO

CONSÓRCIO DE SORGO COM PLANTAS DE COBERTURA

Monografia apresentada à Universidade de Lavras, como parte das exigências pelo Curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. PhD. Sebastião Márcio de Azevedo
Orientador
Msc. Giuliana Rayane Barbosa Duarte
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2020**

GABRIEL BOTTA REBELATTO

CONSÓRCIO DE SORGO COM PLANTAS DE COBERTURA

Monografia apresentada à Universidade de Lavras, como parte das exigências pelo Curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 19 de agosto de 2020.

Prof. PhD. Sebastião Márcio de Azevedo – UFLA

Msc. Giuliana Rayane Barbosa Duarte – UFLA

Profa. Dra. Leila Aparecida Salles Pio – UFLA

Prof. PhD. Sebastião Márcio de Azevedo
Orientador

Msc. Giuliana Rayane Barbosa Duarte
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2020**

A todos os professores e amigos.
OFEREÇO
A minha família, base da minha educação.
DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida e pela força concedida em todas as etapas desse trabalho.

Ao meu pai, Gilberto e minha mãe, Lisandra que não pouparam esforços para minha educação.

À minha namorada Tainah, que sempre esteve presente em minhas escolhas, me ajudando em tudo que foi preciso.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade da realização da graduação.

Ao professor e orientador Sebastião Marcio de Azevedo, pelo apoio, paciência, ensinamentos e por acreditar na minha capacidade.

À Giuliana Rayane Barbosa Duarte, pela convivência amiga e auxílio na condução e avaliação dos experimentos, que me proporcionou grande enriquecimento profissional e pessoal.

Ao técnico Vicente pelo suporte na condução do experimento.

À Karina Bertolino pela amizade, sugestões e ensinamentos de grande valia.

Ao Núcleo de Estudos em Sistema de Plantio Direto (NESPD), que foi um divisor de águas na minha vida acadêmica, proporcionando-me excelentes experiências e aprendizados.

A todos os amigos de faculdade, com quem tive o privilégio de viver momentos inesquecíveis, que levarei sempre comigo.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é o quinto cereal mais plantado no mundo sendo cultivado em várias regiões tropicais e subtropicais. Ele possui características adaptativas para cultivo em áreas de estresse hídrico bem superiores às de outros cereais, o que explica o seu cultivo, em milhões de hectares, em países na África, Ásia, Oceania e nas Américas. A adubação verde, que consiste no plantio de espécies vegetais em rotação ou em consórcio com culturas de interesse econômico, vem sendo utilizada em conjunto com o sorgo para elevar a diversidade de espécies e melhorar o fluxo de nutrientes e matéria orgânica. Para a adubação verde, destacam-se as leguminosas, principalmente pela sua capacidade de fixação do nitrogênio do ar. Neste contexto, objetivou-se estudar as respostas agrônômicas de dois diferentes híbridos de sorgo granífero, SHS 410 e BM 737, cultivados de forma solteira e em consórcio com as plantas de cobertura dentre elas *Crotalaria juncea*, feijão de porco, feijão guandu e tremoço. O delineamento experimental instalado foi o de blocos casualizados (DBC), no esquema fatorial de 2 x 5, feitos em 3 repetições. O experimento foi conduzido a campo no município de Ijaci (MG), no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A instalação e condução do experimento foram realizadas segundo recomendações para a cultura de acordo com a Embrapa (2018) e com avaliação da análise do solo. Foram avaliados altura, diâmetro, matéria verde e seca e produtividade dos híbridos de sorgo, como também as matérias verde e seca dos consórcios. O híbrido SHS 410 apresentou menor altura e diâmetro que o BM 737, e, conseqüentemente, seu teor de matéria verde também foi inferior. O teor de matéria seca foi igual para os dois híbridos. O consórcio de sorgo com *Crotalaria juncea* foi menos efetivo quanto à produtividade e os teores de matéria verde e matéria seca do somatório entre feijão de porco e os híbridos de sorgo foram superiores, ou seja, este consórcio se mostrou efetivo para a produção de palhada.

Palavras-chave: sorgo granífero, produtividade, adubação verde, planta de cobertura, sistema de plantio direto.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Operações realizadas na área experimental.....	18
Tabela 2. Médias de altura, diâmetro, matéria verde (MV), matéria seca (MS) e produtividade das cultivares de sorgo.....	20
Tabela 3. Médias de matéria verde (MV) e matéria seca (MS) do somatório das plantas cobertura com as cultivares de sorgo.....	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação pluvial registrada na Estação Climatológica de Lavras - MG.....	16
Figura 2. Croqui da área experimental.....	17

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Cultura do Sorgo	10
2.2	Sistema de Plantio Direto	11
2.3	Consórcio	11
2.4	Adubação verde	12
2.5	Plantas de Cobertura	12
2.5.1	<i>Crotalaria juncea (Crotalaria juncea)</i>	12
2.5.2	<i>Canavalia ensiformis DC.</i>	13
2.5.3	<i>Cajanus cajan L.</i>	14
2.5.4	<i>Lupinus albus</i>	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1	Área experimental	16
3.2	Delineamento experimental e tratamentos	16
3.3	Instalação do experimento	17
3.4	Condução do experimento	17
3.5	Características avaliadas no sorgo	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5	CONCLUSÃO	23
	REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) está entre os cereais mais plantados no mundo, destacando-se pela sua maior tolerância ao estresse hídrico quando comparado a outras culturas. Em termos mercadológicos, o cultivo de sorgo granífero em sucessão às culturas de verão, principalmente a soja, na chamada “safrinha” tem contribuído para a oferta sustentável de grãos de baixo custo para a agroindústria de rações e permitido o cultivo deste grão em épocas mais tardias onde o volume de chuvas esperado não é suficiente para a cultura do milho. Outra vantagem do sorgo é sua baixa suscetibilidade à micotoxinas (problema comum no milho), o que confere a este cereal grande aceitação para composição de rações para animais domésticos, suínos e aves (EMBRAPA, 2015).

Entre as práticas que visam à sustentabilidade do solo agrícola, empregam-se adubos verdes e/ou plantas de cobertura, incorporados ou não ao solo, em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas, com o objetivo de diminuir a erosão e recuperar características físicas, químicas e biológicas do solo. Os efeitos sobre as propriedades do solo variam com a espécie utilizada, manejo da biomassa, época de plantio e corte, tempo de permanência dos resíduos no solo, condições locais e interação entre esses fatores (ALCÂNTARA et al., 2000; NASCIMENTO et al., 2005).

A utilização de plantas de cobertura consorciadas com culturas anuais e a rotação de culturas pode se tornar uma ferramenta eficaz no controle de plantas daninhas. Isso ocorre por dois mecanismos: a barreira física criada pela palhada e a liberação de compostos químicos (alelopáticos), reduzindo assim a emergência e o crescimento de plantas daninhas (PACHECO et al., 2016).

O manejo agrícola com redução no revolvimento do solo e consórcio de culturas equilibra a disponibilidade e atividade de substâncias inorgânicas, plantas, consumidores e decompositores neste sistema. Consorciar cultivos anuais com adubos verdes eleva a diversidade de espécies e melhora o fluxo de nutrientes e matéria orgânica (SILVA et. al, 2017). Objetivou-se com o trabalho estudar as respostas agrônômicas de dois diferentes híbridos de sorgo granífero, SHS 410 e BM 737, cultivados de forma solteira e em consórcio com as plantas de cobertura dentre elas *Crotalaria juncea*, feijão de porco, feijão guandu e tremoço.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura do Sorgo

O sorgo é uma planta de origem tropical do tipo C4, a qual, além da vantagem fotossintética, se adapta a variadas condições de fertilidade do solo e é mais tolerante que o milho a alta temperatura e déficit hídrico, razão por que é cultivada em uma ampla faixa de latitudes, mesmo onde outros cereais têm produção antieconômica, como regiões muito quentes, muito secas ou, ainda, onde ocorrem veranicos (Magalhães et al., 2007; Ribas, 2007).

O sorgo é o quinto cereal mais plantado no mundo, após o trigo, arroz, milho e cevada, sendo cultivado em várias regiões tropicais e subtropicais o que explica o seu cultivo em milhões de hectares em países como a África, Ásia, Oceania e Américas. No Brasil, a área cultivada de sorgo granífero é bastante expressiva, atingindo produção de 2,1 milhões de toneladas, produtividade de 2756 Kg/ha e área plantada de 761,5 mil hectares na safra 2017/2018 divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento - Conab.

A consolidação da cultura do sorgo no país deve-se basicamente ao aumento do consumo *per capita* de proteína animal, principalmente de suínos, aves e bovinos, valorização do sorgo pelas indústrias de rações, desenvolvimento de novos híbridos adaptados à safrinha, expansão do plantio direto e ações efetivas de divulgação do sorgo por agências de pesquisa e produção (EMBRAPA, 2015).

Neste sentido, o cultivo do sorgo granífero apresenta amplo potencial para uso nos cultivos de safrinha na região Centro-Oeste, onde é possível mecanizar todas as práticas culturais da lavoura. Ainda, se tratando de manejo, é uma cultura que apresenta uma maior amplitude da época de semeadura, possibilitando maior flexibilidade na implantação para safrinha (PALE et al. 2003).

Nos últimos anos, as empresas produtoras de sementes de sorgo têm disponibilizado novas cultivares, para atender à crescente demanda pelo cultivo desse cereal. As cultivares graníferas, existentes no mercado, diferem entre si, quanto ao rendimento de grãos, ciclo vegetativo e outras características agronômicas. O uso de cultivares adaptadas aos sistemas de produção e às condições ambientais da região de cultivo, além do manejo adequado da cultura, constituem fatores importantes para a maximização do rendimento de grãos (SILVA, et. al. 2009).

2.2 Sistema de Plantio Direto

Os principais avanços tecnológicos na agricultura brasileira tiveram início na década de 60 com a denominada “Revolução Verde”. Este sistema disponibilizou uma série de tecnologias com o objetivo de aumentar a produtividade agropecuária. Em um primeiro momento este objetivo foi alcançado, porém, ao mesmo tempo, vários dos recursos, dentre eles o solo e a água, sofreram impactos que levaram a sérios problemas de difícil recuperação, como a perda de solo por processos erosivos, exposição de horizontes menos férteis do solo e contaminação da água e recursos hídricos (ALMEIDA, 2019).

Neste contexto, foram investigados meios de sanar o problema em questão e, na década de 70, o movimento de “Plantio Direto na Palha” foi iniciado. Segundo a Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (FEBRAPDP), o sistema de plantio direto visa a produção de alimentos, fibra e energia em harmonia com a natureza, baseando-se em três pilares: o não revolvimento do solo, a cobertura permanente do solo e a diversificação de plantas na rotação de cultivos.

O sucesso do SPD depende da produção de fitomassa (GONÇALVES et al., 2000) e da manutenção da cobertura na superfície do solo, que é fundamental para o sistema. O tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo após o manejo das espécies, é determinado pela velocidade de decomposição dos resíduos vegetais. Desse modo, quanto mais rápida a decomposição dos resíduos, maior a velocidade de liberação de nutrientes, e menor a proteção oferecida ao solo. Por isso, há a preocupação de produzir resíduos vegetais que tenham decomposição mais lenta, o que significa manter a palhada protegendo o solo por maior período de tempo. A velocidade de decomposição está relacionada ao teor de lignina e à relação C/N dos resíduos (HEINRICHS et al., 2001), o que justifica espécies de leguminosas apresentarem maior taxa de decomposição quando comparada às gramíneas (CERETTA et al., 2002).

O sistema plantio direto (SPD) é uma alternativa de manejo que concilia a manutenção e a elevação da produtividade, com maior racionalidade dos insumos empregados (MENEZES; LEANDRO, 2004).

2.3 Consórcio

O cultivo consorciado pode ser definido como um sistema em que, numa mesma área, são implantadas duas ou mais espécies convivendo juntas, em parte ou em todo seu ciclo, o que pode possibilitar aumento de produtividade da cultura de interesse econômico (PORTES et al., 2003).

Essa técnica é extremamente interessante especialmente quando se quer maximizar o aproveitamento da água disponível no solo ou do período chuvoso, tornando-se fundamental em regiões do Brasil onde, ao longo do ano, ocorrem duas épocas bem distintas, uma chuvosa e outra seca (que pode durar até 6 meses). Compondo o *Sistema Plantio Direto (SPD)*, a consorciação de culturas, além de proporcionar uma série de outros benefícios, como o auxílio no controle de plantas daninhas, promove excelente cobertura viva e morta do solo, durante o maior período de tempo possível (EMBRAPA, 2015).

Esta ligação direta das plantas de cobertura com o Sistema Plantio Direto se dá por seu papel na rotação de culturas, na produção de palhada e na manutenção de cobertura vegetal sobre a superfície. Seu uso pode ser tanto intercalado entre as culturas de interesse econômico como em consórcio com as culturas anuais ou perenes (SALOMÃO, 2012).

2.4 Adubação verde

O atual conceito de adubação verde pode ser compreendido como a utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas principais (JÚNIOR, T. et al, 2015). Desde que o material seja incorporado ou depositado sobre a superfície com o objetivo de manter o solo coberto, contribuindo para a melhoria das características físico-químicas e biológicas do solo (CORREA et al, 2014).

As leguminosas são as plantas mais utilizadas como adubo verde. De acordo com Silva e Menezes (2007), a principal razão para essa preferência está em sua capacidade de simbiose com bactérias fixadoras do nitrogênio atmosférico, assim como a rusticidade, a elevada produção de matéria verde e o sistema radicular geralmente profundo e ramificado, capaz de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo.

Para a adubação verde consorciada com culturas anuais, o adubo verde é semeado nas entrelinhas da cultura comercial, permitindo a produção durante as safras. Esse sistema mostra-se particularmente interessante em pequenas propriedades rurais, pois permite otimizar o aproveitamento de fatores de produção como energia radiante, água e nutrientes.

2.5 Plantas de Cobertura

2.5.1 *Crotalaria juncea* (*Crotalaria juncea*)

O gênero das *Crotalarias* a caracterizam como uma planta de ciclo anual, família Fabaceae, originária da Índia, com ampla adaptação para regiões tropicais e subtropicais. Esse gênero é reconhecido por formar plantas arbustivas, com crescimento ereto e determinado

(PENTEADO, 2010) e é uma das espécies mais utilizadas para a adubação verde no Brasil (SOUZA; PIRES, 2002)

Em geral, possui resposta ao fotoperíodo, comportando como planta de dias curtos, pois, à medida que a semeadura dessa leguminosa é atrasada ocorre redução no seu porte e, conseqüentemente, na produção de fitomassa. Mas, entre as espécies do gênero *Crotalaria*, a crotalária juncea é uma das menos sensíveis ao fotoperíodo (AMABILE et al., 1996).

Como seu crescimento é demasiadamente rápido, sua competitividade com plantas daninhas é o que mais chama atenção. Também se destaca pela produção de biomassa e por ser uma má hospedeira de nematoides e impedir o parasitismo.

No Brasil, a crotalária juncea foi introduzida inicialmente para produção de fibras, mas se difundiu como planta condicionadora de solo. É uma espécie utilizada como adubo verde no Cerrado, além de apresentar potencial para cobertura de solo no sistema de plantio direto (CARVALHO, 2006). Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2007), seu cultivo pode contribuir para o aumento de produtividade de culturas em rotação como arroz, feijão, soja, milho, algodão, trigo, fumo e cana-de-açúcar, além do controle alelopático positivo da tiririca (*Cyperus rotundus* L.).

Outra opção para a crotalária juncea é a semeadura antes da cultura comercial, aproveitando o início do período chuvoso, já que ela apresenta ciclo curto. Nesse caso, a semeadura da espécie de adubo verde deve ser realizada logo depois das primeiras chuvas, e o corte delas deve anteceder a floração visando não comprometer a semeadura da cultura comercial na época adequada (CARVALHO et al., 1999).

2.5.2 Feijão de Porco (*Canavalia ensiformis* DC.)

A espécie leguminosa conhecida como Feijão de porco é de origem da América e muito cultivada em regiões tropicais e equatoriais. Seu ciclo é anual ou bianual, ereta, não trepadeira, com crescimento determinado. Rústica, as espécies têm resistência a temperaturas elevadas, tolerância ao médio sombreamento e adaptação aos solos carentes em fósforo. Por outro lado, não suporta geadas. O sistema radicular atinge boa profundidade nos solos, dando pouco mais de resistência aos veranicos (PENTEADO, 2010). É muito adaptada à clima seco, suportando, com folhas verdes, longos períodos sem ocorrência de chuva (CALEGARI et al., 1993).

O crescimento inicial do feijão-de-porco é rápido, apresentando controle eficiente sobre as invasoras. Outra característica importante desta espécie é a capacidade de regeneração de biomassa aérea após o manejo (LOPES, 1998). O crescimento acelerado e as amplas folhas cotiledonares favorecem a rápida cobertura de solo e o eficiente controle de invasoras

proporcionado pelo feijão-de-porco. Efeitos alelopáticos também são atribuídos a essa espécie condicionadora de solo (CARVALHO, 2006).

Entre as vantagens do feijão-de-porco, está sua grande rusticidade, pois apresenta elevada resistência à seca e adaptação a diferentes ambientes edáficos, podendo ser uma planta indicada como cobertura em solos arenosos (CARVALHO, 2006).

2.5.3 Feijão Guandu (*Cajanus cajan* L.)

É uma planta semi perene de porte arbustivo de crescimento determinado. É adaptado a latitudes variando de 30°N a 30°S. Pelo fato de ser uma espécie rústica, mantém-se verde durante o ano todo. A espécie não requer solos férteis, podendo ser usada em solos pobres, mas que não sejam encharcados e sujeitos a inundação. Pelo fato de seu sistema radicular ser vigoroso, este se desenvolve bem em profundidade, e lhe confere resistência a períodos mais longos de seca. O guandu não é tolerante a geadas e queimadas (PENTEADO, 2010).

Segundo Penteado (2010), seu desenvolvimento inicial é lento com melhor desenvolvimento entre as temperaturas de 18 e 30°C, podendo atingir um porte alto. Seu sistema radicular é robusto, penetrando em solos compactados e por este motivo é empregado como subsolagem biológica.

Apesar de sua multiplicidade de usos, segundo Fernandes Junior (2009), no Brasil, o principal uso do guandu é para adubação verde, devido principalmente às suas características de elevada produção de fitomassa, alta taxa de mineralização no solo e alta concentração de nutrientes nas folhas. Além de que sua decomposição é mais lenta em relação a outras leguminosas (CARVALHO et al., 1996; CARVALHO, 2005) aumentando a vida útil da palhada sobre o solo.

2.5.4 Tremoço (*Lupinus albus*)

O tremoço branco (*Lupinus albus* L.) é uma espécie do gênero *Lupinus*, é uma planta herbácea, anual, ereta, altura em torno de 45 centímetros e adaptada às condições de clima frio (clima temperado) a ameno (clima subtropical). As folhas são compostas geralmente de sete folíolos na mesma altura do pecíolo (digitadas), alongados e de cor verde, suas inflorescências são papilionadas e racemosas e os frutos tem formato de vagem com no máximo sete sementes (BOTARO, 2010; PINHEIRO, 2000; PINHEIRO E MIOTTO, 2001).

A maioria das espécies se desenvolve em faixas de temperatura de 15 a 25°C, podendo atingir altura de 0,8 a 1,5 metros (CALEGARI et al., 1993). De forma geral, o crescimento dos tremoços é lento, podendo ocorrer infestação com plantas invasoras. Relata-se, também, que os

tremoços necessitam de adequada condição de umidade na fase de germinação e de reprodução (CARVALHO, 2006).

Pereira e Silva (1985) conduziram ensaios de competição de tremoços em áreas de Cerrado do Distrito Federal, com duas variedades de *Lupinus albus* L. (uma variedade denominada “branco” e uma variedade denominada “doce”), uma variedade de *Lupinus luteus* (amargo; tremoço-amarelo) e uma variedade *L. angustifolius* L. (azul), em dois solos da região. Neste estudo, observou-se que o *L. albus* (branco) se destacou, produzindo 3,6 e 12,9 t/ha de matéria seca no Latossolo Vermelho e no solo orgânico respectivamente.

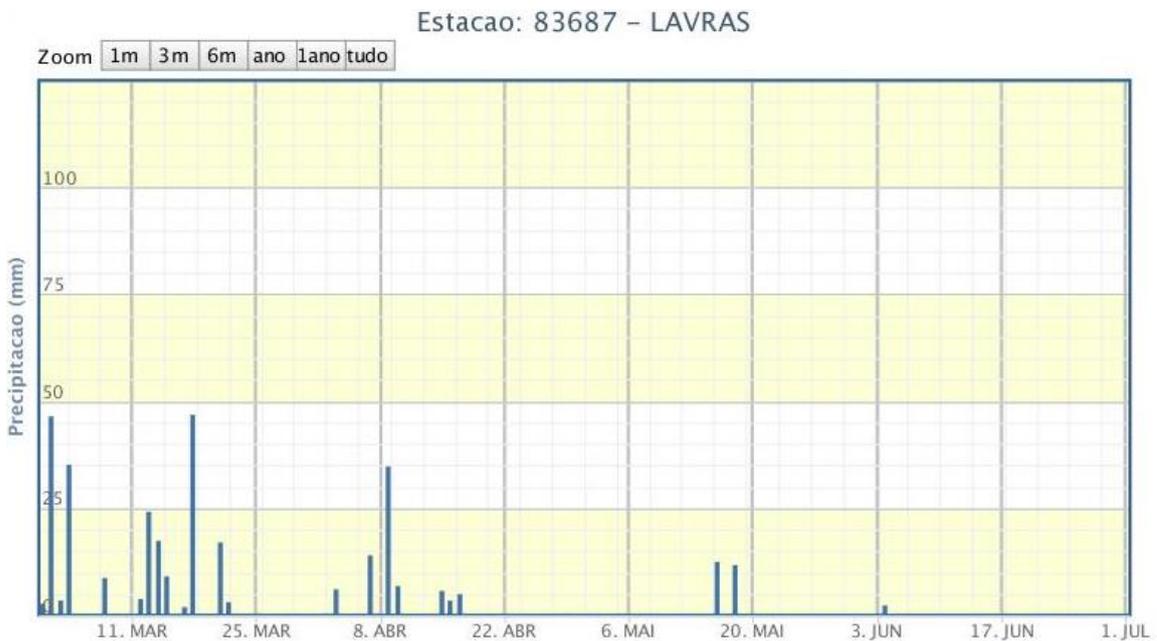
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

O experimento foi conduzido a campo, no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) situada no município de Ijaci, na safra da seca de 2019. O município de Ijaci está situado em Minas Gerais, à latitude de 21° 09' S, longitude 44° 55' W, em uma altitude de 840 metros. O solo do local foi classificado como um Latossolo Vermelho distroférico típico (EMBRAPA, 2006).

Segundo a classificação climática de Koppen (1936), o clima da região Sul de Minas Gerais enquadra-se no tipo Cwa, temperado úmido, com verão quente e chuvoso e inverno seco. A temperatura média do mês mais quente é de 22,1 °C, a do mês mais frio é de 15,8°C e a média anual é de 19,4°C. As precipitações foram registradas pela Estação Climatológica de Lavras (Convênio UFLA e Instituto Nacional de Meteorologia – INMET) durante o período de 01 de março a 30 junho de 2019 (Figura 1).

Figura 1 – Precipitação pluvial total (mm) no período de março a julho de 2019.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Estação climatológica Lavras (2019).

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental instalado foi o de blocos casualizados (DBC), no esquema fatorial de 2 x 5, sendo dois híbridos de sorgo granífero e cinco manejos com plantas de cobertura (sem consórcio, tremoço, crotalária juncea, feijão guandu comum e feijão de porco) feitos em 3 repetições totalizando 30 parcelas. A parcela experimental tinha as dimensões de

2,0 x 4,0 m, sendo cada parcela composta pela área de 8 m² e a parcela útil de 3 m². Foram avaliadas as duas linhas centrais dos híbridos de sorgo e das plantas de cobertura. Segue apresentado na Figura 2 o croqui da área experimental, com as combinações entre híbridos de sorgo e plantas de cobertura.

Figura 2 – Croqui da área experimental.

BLOCO 1	8	5	2	3	9	1	7	10	4	6
BLOCO 2	3	8	2	7	10	6	4	9	5	1
BLOCO 3	10	5	1	3	9	6	2	7	8	4

(1: SHS 410 + Tremoço; 2: SHS 410 + Feijão de Porco; 3: SHS 410 + Feijão Guandu; 4: SHS 410 + Crotalaria Juncea; 5: Testemunha SHS 410; 6: BM 737 + Tremoço; 7: BM 737 + Feijão de Porco; 8: BM 737 + Feijão Guandu; 9: BM 737 + Crotalaria Juncea; 10: Testemunha BM 737).

Fonte: Do Autor (2019).

3.3 Instalação do experimento

O plantio do sorgo foi efetuado no dia 20 de março de 2019, época considerada “2ª safra”. As sementes de sorgo utilizadas foram os híbridos Biomatrix BM737 e o Santa Helena SHS410. Com base na análise química do solo foram feitos os cálculos de adubação do sorgo para a produção de grãos proporcionalmente à área do experimento, adotando-se a base de dados da Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Foi aplicado no plantio a formulação (NPK) 08-28-16 na proporção de 175 kg/ha. A semeadura das plantas de cobertura foi efetuada na entrelinha do sorgo no mesmo dia.

Todo processo de plantio do sorgo foi feito manualmente adotando-se o espaçamento reduzido de 50 cm entre fileiras e de 10 cm entre plantas, com 4 cm de profundidade atendendo a recomendação de 200.000 plantas/ha.

Os sulcos foram abertos manualmente, na profundidade e espaçamento adotados. Aplicando-se primeiro o adubo de plantio, posteriormente cobrindo-se com solo e semeando a semente de sorgo.

A cobertura nitrogenada foi feita no dia 13 de abril de 2019, foram utilizados 120 kg de nitrogênio por hectare, usando sulfato de amônio como fonte. A quantidade foi calculada conforme a 5ª aproximação.

3.4 Condução do experimento

Os tratos culturais foram realizados segundo recomendações para a cultura de acordo com a Embrapa (2018). Foram realizadas pulverizações na área experimental com herbicidas no pré-plantio com o intuito de controlar a interferência de plantas daninhas. Realizou-se o

controle de formigas na fase inicial da cultura com a aplicação de iscas formicidas no local. Também foi realizada uma aplicação de inseticida para o controle da lagarta *Spodoptera fugiperda*. Todos os produtos e doses utilizadas nas operações estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 1. Operações realizadas na área experimental.

Operação	Data	Produto utilizado	Ingrediente ativo	Categoria	Dose p.c
Pulverização 1	15/03/2019	Roundup	Glifosato	Herbicida	3,5 L/ha
Aplicação 1	28/03/2020	Isca Formicida Mirex	Sulfluramida	Inseticida	20 g/m ² de formigueiro
Aplicação 2	13/04/2020	Isca Formicida Mirex	Sulfluramida	Inseticida	20 g/m ² de formigueiro
Pulverização 2	28/04/2019	Klorpan 480	Clorpirifós	Inseticida	0,8 L/ha

Ainda houveram ataques de pulgão na cultura durante as fases vegetativa e reprodutiva, porém não se fez necessário controle químico dos mesmos pois estavam presentes na área o inimigo natural *Coccinellidae* (joaninha).

3.5 Características avaliadas no sorgo

Antes da colheita foram medidas as variáveis altura de plantas (distância entre o colo da planta e o ápice da panícula) e diâmetro do colmo (entre o primeiro e o segundo par de folhas). Essas variáveis foram avaliadas medindo-se ao acaso 10 plantas por parcela da área útil, com o auxílio de uma régua e um paquímetro.

A colheita foi realizada no dia 22 de julho de forma manual. Foram separados os grãos do sorgo para avaliar a produtividade e para o restante da planta foram avaliados matéria verde e matéria seca. Já para as plantas de cobertura, fez-se avaliação da matéria verde e matéria seca, que posteriormente foram somadas aos valores encontrados para o sorgo para possibilitar a avaliação do melhor consórcio. A umidade dos grãos foi padronizada para 13%.

As análises laboratoriais foram feitas no Laboratório do Departamento de Agricultura, na Universidade Federal de Lavras. A matéria verde foi definida em laboratório pesando-se toda a amostra coletada da área útil de cada parcela. Já a matéria seca foi definida em laboratório pesando-se amostras de 500g de cada parcela antes e depois da secagem em estufa à 65° C até peso constante. A produtividade do sorgo foi calculada através do peso total dos grãos da área útil de cada parcela, sendo transformada para quilogramas por hectare.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e atendidos os pressupostos, realizou-se o teste de médias (Scott-Knott, a 5% de significância) com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises realizadas nas cultivares de sorgo, isoladamente, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Médias de altura, diâmetro, matéria verde (MV), matéria seca (MS) e produtividade das cultivares de sorgo em consórcio com as plantas de cobertura.

Consórcio	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	MV (Kg/ha)	MS (Kg/ha)	Produtividade (Kg/ha)
1	75,60b	1,30b	10666,67b	4135,50a	3542,12a
2	77,97b	1,40b	11611,11b	6584,92a	4120,78a
3	79,47b	1,43b	10444,44b	4627,33a	3215,47a
4	76,8b	1,40b	9000,00b	4232,42a	2507,84b
5	77,57b	1,43b	11000,00b	3524,33a	3982,90a
6	81,37a	1,57a	14666,67a	4332,00a	4124,65a
7	87,76a	1,58a	14888,89a	6737,37a	4050,19a
8	87,87a	1,60a	16555,55a	4659,37a	4066,16a
9	84,20a	1,55a	13400,00a	5260,68a	3182,44b
10	84,33a	1,57a	13777,77a	4367,71a	3676,71a

(1: SHS 410 + Tremoço; 2: SHS 410 + Feijão de Porco; 3: SHS 410 + Feijão Guandu; 4: SHS 410 + Crotalaria Juncea; 5: Testemunha SHS 410; 6: BM 737 + Tremoço; 7: BM 737 + Feijão de Porco; 8: BM 737 + Feijão Guandu; 9: BM 737 + Crotalaria Juncea; 10: Testemunha BM 737). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Os consórcios com o híbrido BM 737 (6, 7, 8, 9 e 10) apresentaram maiores médias para altura e diâmetro de sorgo e não diferenciaram entre si, assim como os consórcios com o híbrido SHS 410 (1, 2, 3, 4 e 5). Isso pode ser explicado pelo fato de que a arquitetura do híbrido SHS 410 é semiereta e pode atingir até 1,35 metros de altura, enquanto a do híbrido BM 737 é ereta e pode atingir até 1,45 metros de altura. Por serem híbridos diferentes, suas características botânicas estão sujeitas a essa diferenciação.

O resultado encontrado para o teor de matéria verde nos híbridos foi semelhante, o qual houve diferença significativa apenas entre os híbridos e não entre as cultivares de plantas de cobertura. Já para o teor de matéria seca, nenhum dos consórcios diferenciou-se significativamente. Segundo Emygdio et. al (2014) a porcentagem de umidade na colheita da cultivar SHS 410 foi menor que da cultivar BM 737, isto pode explicar o fato de a matéria verde apresentar diferença significativa enquanto a matéria seca não apresentar tal diferença, ou seja, ao secar a matéria verde, a perda de água na cultivar BM 737 foi maior, igualando a massa seca final das cultivares de forma que não se diferenciaram significativamente.

O consórcio de sorgo com *Crotalaria juncea* foi menos efetivo quanto à produtividade, uma vez analisado comparando-se com o sorgo sem consórcio pode-se dizer que esta planta de cobertura afeta negativamente na produtividade de sorgo, seja no sequestro de algum nutriente

específico ou, até mesmo, na competição pela água que afeta o crescimento do sorgo. Um exemplo disso, foi o estudo realizado por Silva et al. (2009), que observaram que a crotalaria foi mais competitiva que o milho, em consórcios realizados em solo fértil, no plantio direto do tomateiro.

As demais plantas de cobertura em consórcio apresentaram produtividade igual à da testemunha, o que indica que tal manejo não afeta a produtividade da cultura principal quando se trata de sorgo granífero, podendo ser efetiva no fornecimento e ciclagem de nutrientes e, ainda, contribuir para diminuição de insumos empregados.

Também foram coletados os teores de matéria seca e matéria verde das plantas de cobertura em consórcio. Estes valores não foram apresentados, uma vez que a ausência de dados na parcela testemunha impede a análise estatística. Então fez-se o somatório dos teores de matéria seca e matéria verde encontrados para as plantas de cobertura com os encontrados para os híbridos de sorgo. Os valores médios encontrados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Médias dos somatórios de matéria verde (MV) e matéria seca (MS) das plantas cobertura com as cultivares de sorgo.

Cultivar	Planta de cobertura	SOMA MV (Kg/ha)	SOMA MS (Kg/ha)
SHS 410	Crotalaria juncea	11800,00b	6769,84b
SHS 410	Testemunha	11000,00b	3542,33b
SHS 410	Tremoço	11988,89b	5019,45b
SHS 410	Feijão de porco	21124,44a	13017,43a
SHS 410	Feijão guandu	12944,45b	6597,02b
BM 737	Crotalaria juncea	15988,89b	7270,11b
BM 737	Testemunha	13777,78b	4367,71b
BM 737	Tremoço	15388,89b	4912,79b
BM 737	Feijão de porco	25268,89a	13383,89a
BM 737	Feijão guandu	18522,22b	5736,08b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Os teores de matéria verde e matéria seca dos consórcios dos híbridos com feijão de porco (2 e 7) apresentaram diferença significativa e foram efetivos no aumento de matéria verde e seca para produção de palhada. Os demais consórcios (1, 3, 4, 6, 8 e 9) não apresentaram diferença significativa com a testemunha (5 e 10), o que leva concluir que a instalação dessas plantas de cobertura em consórcio (crotalaria, feijão guandu e tremoço) com sorgo granífero não traz benefícios quanto a produção de palhada. Se a implantação dessas plantas de cobertura apresentar custo mais elevado que do próprio sorgo, essa alternativa se torna inviável para o produtor.

Valores superiores de matéria seca foram encontrados por Silva et. al (2009), que avaliaram consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura cortados em três datas diferentes após a semeadura (60, 90 e 120 dias). Os dados encontrados para 120 dias de sorgo com crotalária foi de 10068 Kg/ha, de sorgo com tremoço foi de 10415 Kg/ha e de sorgo com feijão guandu foi de 8232 Kg/ha, o que se mostrou bastante divergente e isso pode ser explicado pelo fato de que Silva et. al (2009) realizou tratamento prévio nas sementes com fungicidas, desbaste aos 12 dias após a semeadura, além de o experimento ter sido instalado sobre palhada dessecada.

5 CONCLUSÃO

O híbrido SHS 410 apresentou menor altura e diâmetro que o BM 737, e, conseqüentemente, seu teor de matéria verde também foi inferior. O teor de matéria seca foi igual para os dois híbridos.

O consórcio de sorgo com *Crotalaria juncea* foi menos efetivo quanto à produtividade de grãos do sorgo.

Não houve interferência na produtividade do sorgo nos consórcios com tremoço, feijão de porco e feijão guandu, o que leva a conclusão que tais consórcios podem ser promissores se avaliado outros parâmetros como fornecimento e ciclagem de nutrientes.

Os teores de matéria verde e matéria seca do somatório entre feijão de porco e os híbridos de sorgo foram superiores e este consórcio se mostrou efetivo para a produção de palhada.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P. M. de. **Caracterização físico-hídrica de solos de encosta com pastagem e lavoura de plantio direto no município de Mariano Moro - RS.** Universidade Federal da Fronteira Sul, 2019.
- AMABILE, R. F.; CARVALHO, A. M. de; DUARTE, J. B.; FANCELLI, A. L. Efeito de épocas de semeadura na fisiologia e produção de fitomassa de leguminosas nos Cerrados da região do Mato Grosso de Goiás. **Scientia Agricola**, Scientia Agricola Piracicaba, v. 53, n. 2/3, p. 296-303, 1996.
- BOTARO, J. A. **Otimização para a obtenção de extrato aquoso de tremoço branco (*Lupinus albus* L.) adicionado de suco de pitanga.** Universidade Estadual Paulista. Araraquara, 2010.
- CALEGARI, A.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Caracterização das principais espécies de adubos verde.** Adubação verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro, 1993. p. 206-319.
- CARVALHO, A. M. de. **Uso de plantas condicionadoras com incorporação e sem incorporação no solo:** incorporação no solo: composição química e decomposição dos resíduos vegetais; disponibilidade de fósforo e emissão de gases. 2005. 199 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília
- CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. **Cerrado:** Adubação verde. Planaltina, DF. Embrapa Cerrado, 2006.
- CARVALHO, A. M. de; CARNEIRO, R. G.; AMÁBILE, R. F.; SPERA, S. T.; DAMASO, F. H. M. **Adubos verdes:** Adubos verdes efeitos no rendimento e no nitrogênio do milho em plantio direto e convencional. Planaltina, D. Embrapa Cerrados, 1999.
- CARVALHO, A. M. de; CORREIA, J. R.; BLANCANEAUX, P.; FREITAS, L. R. S. da; MENEZES, H. A.; PEREIRA, J.; AMABILE, R. F. **Caracterização de espécies de adubos verdes para milho em Latossolo Vermelho-Escuro originalmente sob cerrado.** INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1996, Brasília, DF. Embrapa - CPAC, 1996. p. 384-388.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileiro – grãos:** 12º Levantamento de Safras. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-sorgo>. Acesso em: 22 jan. 2020.
- CORRÊA, A. L.; ABBOUD, A. C. S.; GUERRA, J. G. M.; DE AGUIAR, L. A.; RIBEIRO, R. L. D. Green manure by intercropping crotalaria with baby corn before kale under organic management. **Revista Ceres**, v.61, p. 956, 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sorgo granífero: estenda sua safrinha com segurança**. 2015.

EMYGDIO, B. M.; AFONSO, A. P. S.; TARDIN, F. D.; MENEZES, C. B. **Avaliação de Cultivares de Sorgo Granífero para Indicação no Estado do Rio Grande do Sul – Safra 2012/13**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 153).

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA (FEBRAPDP). **Programa de Estímulo à Qualidade do Sistema de Plantio Direto na Palha, na Bacia Hidrográfica Paraná 3**. Disponível em: www.febrapdp.org.br. Acesso em 20 jan. 2020.

FERNANDES JUNIOR, P.I. **Caracterização fenotípica e produção de biopolímeros por bactérias isoladas de nódulos de guandu [Cajanus cajan (L.), Millsp.]**. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração ciência do solo). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, p. 183, 2009.

JUNIOR, J. B. T.; SANTOS, T. M. M.; SOUZA, E. G. A.; MENESES, C. H. S. G.; SOARES, C. S. Produção de fabaceas para adubação verde no agreste paraibano. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v.11, 2015.

KÖPPEN, W. **Das geographische System der Klimate**. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Eds): *Handbuch der Klimatologie*. Berlin: Gebrüder Bornträger, 1936. Banda 1, Parte C, p. 1-44.

LOPES, O. M. N. L. **Feijão-de-porco: Leguminosa para adubação verde e cobertura de solo**. Acre: Embrapa Amazônia Oriental, 1998.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Ecofisiologia**. In: **Cultivo do Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção**, 2, 2007.

MAPA – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Bancos Comunitários de Sementes de Adubos Verdes: Informações Técnicas. Brasília, 2007.

PALE, S.; MASON, S. C.; GALUSHA, T. D. Planting time for early-season pearl millet and grain sorghum in Nebraska. **Agronomy Journal**, v.95, p. 1047-1053, 2003.

PENTEADO, S. R. **Adubação Verde e Produção de Biomassa - Melhoria e Recuperação dos Solos**. Campinas, SP. 2ª edição. 2010.

PORTES, T. A. CARVALHO, S. I. C.; KLUTHCOUSKI, J. **Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento da braquiária consorciada com cereais**. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. *Integração lavoura-pecuária*. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 303- 330.

RIBAS, P. M. **Cultivo do sorgo. Importância econômica**. In: **Sistemas de Produção**, 2. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/importancia.htm>. Acesso em: 22 jan. 2020.

SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

SILVA, A.C da; HIRATA, E.K.; MONQUERO, P.A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.22-28, 2009.

SILVA, A. G. et al. **Avaliação de cultivares de sorgo granífero na safrinha do sudoeste do estado de Goiás**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v.39, p. 168-174, 2009.

SILVA, K. C; FARIAS, T. R. R; JÚNIOR, I. R. C; REZENDE, C. F. A; SOUSA, C. N. A. de. Produtividade de sorgo consorciado com crotalária em plantio direto no Cerrado. **Revista Científica**, n. 5, v.1, 2017.

SILVA, P. C. G; FOLONI, J. S. S; FABRIS, L. B; TRITAN, C. S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, p.1504-1512, 2009.

SILVA T. O; MENEZES R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e/ou, crotalária juncea. II - Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 2007.

SOUZA, C. M. de., PIRES, F. R. **Adubação verde e rotação de culturas** (caderno didático). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. 72p. 2002.