

Avaliação Agronômica de Plantas de Cobertura para o Sistema Plantio Direto de Soja na Região Central de Minas Gerais



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
229**

**Avaliação Agronômica de Plantas de
Cobertura para o Sistema Plantio Direto de
Soja na Região Central de Minas Gerais**

Emerson Borghi
Rafael Augusto da Costa Parrella
Samuel Campos Abreu
Décio Karam
Miguel Marques Gontijo Neto
Álvaro Vilela de Resende
Ramon Costa Alvarenga

*Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2021*

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

Embrapa Milho e Sorgo
Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Maria Marta Pastina

Secretário-Executivo
Elena Charlotte Landau

Membros
Cláudia Teixeira Guimarães, Mônica Matoso Campanha, Roberto dos Santos Trindade e Maria Cristina Dias Paes.

Revisão de texto
Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica
Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações
Mônica Aparecida de Castro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Mônica Aparecida de Castro

Fotos da capa
Emerson Borghi

1ª edição
Publicação digital (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Nome da unidade catalogadora

Avaliação agrônômica de plantas de cobertura para o sistema plantio direto de soja na região Central de Minas Gerais / Emerson Borghi ... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2021.
26 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 229).

1. Planta de cobertura. 2. Rotação de cultura. 3. Sorgo. 4. Soja. 5. Planta forrageira. I. Borghi, Emerson. II. Parrella, Rafael Augusto da Costa. III. Abreu, Samuel Campos. IV. Karam, Décio. V. Gontijo Neto, Miguel Marques. VI. Resende, Álvaro Vilela de. VII. Alvarenga, Ramon Costa. VIII. Série.

CDD (21. ed.) 631.4

Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

© Embrapa, 2021

Sumário

Resumo	05
Abstract	07
Introdução.....	08
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	15
Conclusão.....	23
Referências	24

Avaliação Agronômica de Plantas de Cobertura para o Sistema Plantio Direto de Soja na Região Central de Minas Gerais

Emerson Borghi¹

Rafael Augusto da Costa Parrella²

Samuel Campos Abreu³

Décio Karam⁴

Miguel Marques Gontijo Neto⁵

Álvaro Vilela de Resende⁶

Ramon Costa Alvarenga⁷

Resumo – A escolha da planta de cobertura para ser utilizada no Sistema Plantio Direto (SPD) deve apresentar características agronômicas que possibilitem a rotação de culturas e a cobertura do solo por maior período de tempo possível. Na região Central de Minas Gerais, a sustentabilidade do SPD está justamente na escolha da espécie que atenda a estes requisitos, em razão das condições climáticas, buscando selecionar culturas que possibilitem alta produtividade de matéria seca e de baixa velocidade de decomposição. Este trabalho objetivou avaliar o crescimento, acúmulo diário e a produtividade de matéria seca de diferentes espécies destinadas exclusivamente para cobertura de solo e a produtividade da cultura da soja semeada na sequência. Foram utilizadas quatro espécies (BRS Zuri, sorgo biomassa BRS 716, BRS Quênia e *Urochloa ruziziensis*) semeadas em abril de 2019 e avaliadas em duas épocas (126 e 193 dias após a semeadura - DAS), que permaneceram em crescimento livre (outubro de 2019) e foram manejadas quimicamente para a semeadura da soja em SPD. Na primeira avaliação (126 DAS), com apenas 104,8 mm de precipitação acumulados, o

1 Emerson Borghi, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo;

2 Rafael Augusto da Costa Parrella, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo;

3 Samuel Campos Abreu, Engenheiro Agrônomo, Especialista em Proteção de Plantas, Analista da Embrapa Milho e Sorgo;

4 Décio Karam, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Weed Science, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo;

5 Miguel Marques Gontijo Neto, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo;

6 Álvaro Vilela de Resende, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo;

7 Ramon Costa Alvarenga, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

sorgo biomassa e o capim *ruziziensis* apresentaram maior taxa de acúmulo de matéria seca por dia e, conseqüentemente, em maiores produções por hectare. Aos 193 DAS, com 194 mm de chuva acumulados, as duas espécies diminuíram significativamente a taxa de acúmulo diário. Ao final do período, as maiores produtividades de matéria seca foram obtidas pelas espécies forrageiras, e a menor foi do sorgo biomassa. A maior produtividade de grãos foi obtida na soja semeada sobre o capim BRS Quênia, porém, o sorgo biomassa também apresentou produtividades satisfatórias e, assim como o capim *ruziziensis*, também podem ser opções de plantas de cobertura para o SPD de soja na região Central de Minas Gerais.

Termos para indexação: déficit hídrico; cobertura do solo; sorgo biomassa; forrageiras tropicais

Agronomic evaluation of cover crops for the no-tillage system of soybean in the Central region of Minas Gerais

Abstract – The choice of cover plant to be used in No-Tillage System must present agronomic characteristics that allow crop rotation and soil cover for as long as possible. In the Central region of the State of Minas Gerais, Brazil, the sustainability of No-Tillage System lies precisely in choosing the species that meet these requirements, due to climatic conditions, seeking to select crops that enable high dry matter productivity and low decomposition speed. This work aimed to evaluate the growth, daily accumulation and dry matter yield of different species destined exclusively for ground cover and the yield of the soybean crop sown in the sequence. Four species were used (BRS Zuri, sorghum biomass BRS 716, BRS Quênia and *Urochloa ruziziensis*) sown in April 2019 and evaluated in two seasons (126 and 193 days after sowing - DAS), which remained in free growth (October 2019) and were chemically managed for soybean sowing in No-Tillage System. In the first evaluation (126 DAS), with only 104.8 mm of accumulated precipitation, sorghum biomass and grass *ruziziensis* had a higher dry matter accumulation rate per day and, consequently, higher yields per hectare. At 193 DAS, with 194 mm of accumulated rainfall, the two species significantly decreased their daily accumulation rate. At the end of the period, the highest dry matter yields were obtained by forage species, and the lowest was for biomass sorghum. The highest grain yield was obtained in soybeans sown on BRS Quênia grass, however, biomass sorghum also presented satisfactory yields and, like *Ruziziensis*, can also be cover crops options for soybean at No-Tillage System in the Central region of Minas Gerais.

Index terms: water deficit; ground cover; sorghum biomass; tropical foragers

Introdução

Entre as premissas conceituais do Sistema Plantio Direto (SPD), a rotação de culturas exige maior atenção, principalmente em regiões com invernos secos e ocorrência de chuvas irregulares no verão. A utilização de plantas de cobertura que proporcionem maior permanência dos resíduos culturais sobre o solo durante todo o cultivo da soja é desafiadora. Neste sentido, as espécies forrageiras têm grande potencial, seja pela alta quantidade de matéria seca produzida, seja pela alta relação carbono/nitrogênio, conferindo uma lenta deposição dos resíduos, que, indiretamente, protege o solo contra a erosão e a perda de água (Silva, 2020), além de reduzir a temperatura no perfil do solo, garantindo melhores condições para as características químicas, físicas e biológicas que irão incrementar o potencial produtivo das culturas (Leite et al., 2021).

A região Central de Minas Gerais tem grande potencial para a agricultura de larga escala, mas, de acordo com Simão et al. (2021), a maior limitação da região encontra-se nas condições climáticas irregulares, mesmo no verão. Objetivando avaliar diferentes sistemas intensificados de produção de grãos sob restrição hídrica por quatro anos agrícolas consecutivos, os autores concluíram que, mesmo após esse período, embora não tenham sido identificadas diferenças significativas entre os tratamentos nas propriedades químicas, a inclusão da braquiária no sistema de rotação soja/milho foi satisfatória, com aportes de matéria seca aproximando-se das $8 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

De acordo com Alvarenga et al. (2018), esta região tem forte vocação para a pecuária de leite. Porém, as pastagens encontram-se com elevado grau de degradação e com muitos problemas químicos e físicos, fazendo com que as atividades agrícolas sejam de baixa rentabilidade econômica. De acordo com os autores, a inclusão de sistemas integrados, como a Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e a produção de grãos em SPD utilizando as forrageiras pós-pastejo para produção de cobertura vegetal no solo, proporciona uma estratégia interessante e de alto impacto econômico regional, principalmente por possibilitar colheitas pelo menos razoáveis mesmo diante da ocorrência de veranico. Analisando-se dados das atividades agrícolas e pecuárias de uma área conduzida no sistema ILP por 13 anos agrícolas consecutivos, os autores concluíram que os consórcios de milho com capins do gênero *Urochloa*

e sorgo forrageiro com capins do gênero *Megathyrus* proporcionam, além da pastagem para a pecuária no outono, cobertura vegetal pós-pastejo suficiente para o SPD do próximo ano agrícola. A intensificação de cultivos e a estratégia de rotação de culturas e espécies através da adoção da ILP e do SPD neste período proporcionaram, além da melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo, produtividades acima da média regional das culturas produtoras de grãos ao longo dos anos de cultivo, mesmo em anos com restrições climáticas severas que poderiam ser restritivas à atividade agrícola.

Entre as novas opções de plantas de cobertura, o sorgo biomassa BRS 716 é reconhecido pelo alto potencial de produção de biomassa e pela tolerância à seca. De acordo com Borghi et al. (2020), esta espécie pode ser uma opção de cultivo de outono-inverno para produção de silagem ou para produção de palha no SPD em áreas de sequeiro. Em trabalho conduzido em Botucatu-SP, o sorgo foi semeado com espaçamento de 45 centímetros entrelinhas e densidade de 145 mil plantas por hectare, semeado após a colheita da soja. Os resultados demonstraram produtividade de matéria seca de 6.672 kg ha⁻¹, obtida aos 126 dias de cultivo e com apenas 87 mm de chuva acumulada, de forma a viabilizar este híbrido de sorgo como potencial para compor rotação de culturas em SPD.

Diferentes espécies de plantas podem ser utilizadas como opções de cobertura de solo para o SPD, variando entre as suas especificidades morfológicas, e, dependendo da finalidade de uso, podem influenciar diretamente na cultura subsequente (Bellinasso et al., 2021). As espécies forrageiras, mesmo sem o pastejo pelos animais, apresentam características favoráveis para serem utilizadas como plantas de cobertura, mas novas espécies ainda são pouco conhecidas nesta finalidade específica. Assim, como forma de recomendar novas opções de plantas para compor sistemas de rotação de culturas para a sustentabilidade do SPD na região Central de Minas Gerais, este trabalho avaliou o crescimento, acúmulo diário e a produtividade de matéria seca de diferentes espécies para cobertura de solo semeadas no período de outono e a produtividade da cultura da soja semeada na sequência.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo no ano agrícola 2019/2020, na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas-MG, apresentando as coordenadas 19°26'50" S de latitude e 44°10'13,41" de longitude, e 717 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Santos et al., 2013). A classificação climática da região de acordo com Köppen é tipo Aw, típico de savana, com inverno seco e temperatura média do ar do mês mais frio superior a 18 °C, apresentando características favoráveis à produção de soja (Borghini et al., 2017).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Para as avaliações de produtividade de matéria seca (kg ha^{-1}) e taxa de acúmulo de matéria seca ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), o esquema fatorial utilizado foi 4x2, sendo quatro espécies de plantas de cobertura (BRS Zuri, sorgo biomassa BRS 716, BRS Quênia e *Urochloa ruziziensis*) e duas épocas de avaliação (126 e 193 dias após a semeadura). A escolha destas espécies foi decorrente da falta de informações regionalizadas visando o objetivo do trabalho, do potencial na produção de matéria seca e da versatilidade para usos múltiplos (produção de pasto e/ou silagem, por exemplo).

As datas de semeadura selecionadas para avaliação levaram em consideração as recomendações de manejo para cada espécie já definidas na literatura e a correta antecipação de manejo antes da dessecação para o semeio da cultura produtora de verão. Para a avaliação da altura de plantas aos 126 DAS, eficiência de uso de água das espécies de cobertura, produtividade de grãos e massa de 100 grãos de soja, os tratamentos utilizados foram as quatro espécies de plantas de cobertura. Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas de 20 metros de comprimento espaçadas em 0,50 m, perfazendo uma área total de 40 m². Como área útil para as avaliações, consideraram-se as duas linhas centrais, descartando um metro nas extremidades como bordadura, evitando a realização de avaliações no mesmo local efetuado na época anterior.

A área experimental vem sendo conduzida em sistema plantio direto há dez anos, com cultivos principalmente de milho (média de produtividade de

grãos de 8.780 kg ha⁻¹), feijão (média de produtividade de grãos de 1.747 kg ha⁻¹) e soja (média de produtividade de grãos de 2.150 kg ha⁻¹).

Antecedendo à semeadura do experimento, no mês de agosto de 2018, foi realizada amostragem do solo nas profundidades de 0 a 20 cm de profundidade. Os resultados dos atributos químicos analisados foram: pH em água 7,3; matéria orgânica 2,58 dag kg⁻¹; teores de P e K (Mehlich 1) de 23,1 e 142,5 mg dm⁻³, respectivamente; Ca, Mg, Al, H+Al e CTC potencial de 4,1; 0,6; 0,0; 5,1; 7,2 cmol_c dm⁻³, respectivamente; saturação por bases (V%) 71,5; saturação por Al (m%) de 5,1; Cu, Fe, Mn, Zn de 0,5; 26,3; 28,2; 12,1 mg dm⁻³, respectivamente. A análise granulométrica demonstrou teores de areia de 190 g kg⁻¹; silte de 275 g kg⁻¹; e teores de argila de 535 g kg⁻¹.

Na Figura 1 encontram-se os dados de temperatura máxima, mínima e precipitação coletados na estação climatológica localizada na Embrapa Milho e Sorgo durante o período de condução do experimento (05/04/2019 a 12/03/2020). O total de precipitação pluviométrica acumulado no período de realização do experimento foi de 1.386 mm, sendo 230,6 mm (16,6%) entre a semeadura das espécies e a dessecação para a semeadura da soja, e o restante (1.155 mm) acumulado entre a semeadura e colheita da soja. A distribuição pluviométrica mensal foi de 110,8 mm em novembro de 2019, 312,6 mm em dezembro de 2019, 369 mm em janeiro de 2020, 214,4 em fevereiro de 2020 e 171,4 mm até 12/03/2020 (data da colheita da soja). Em janeiro, do total registrado, a maior precipitação ocorreu no dia 25/01/2020 com 147 mm, correspondendo a 40% do volume deste mês. As temperaturas máxima e mínima médias no período foram de 29,8 °C e 16,2 °C, respectivamente, e temperatura média de 23 °C.

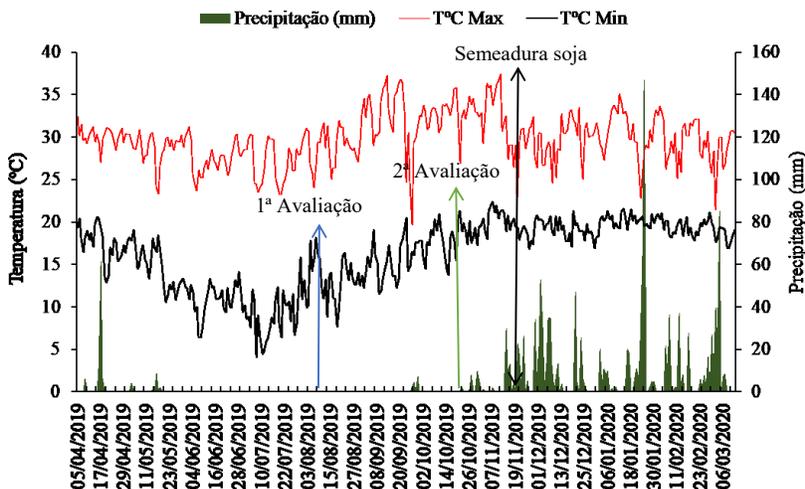


Figura 1. Temperatura máxima, mínima e precipitação de Sete Lagoas-MG, durante o período de condução do experimento (05/04/2019 - semeadura das espécies de cobertura a 12/03/2020 - colheita da soja).

Na Figura 2 encontra-se o balanço hídrico diário durante o período do experimento. Constatou-se deficiência hídrica durante todo o período de crescimento das espécies de cobertura, até a semeadura da soja.

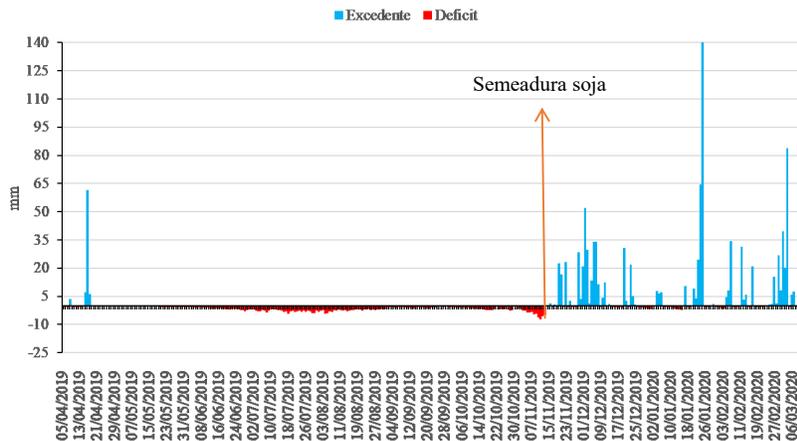


Figura 2. Balanço hídrico diário (mm), durante o período de condução do experimento (05/04/2019 - semeadura das espécies de cobertura a 12/03/2020 - colheita da soja) gerado a partir dos dados da estação climática de Sete Lagoas-MG.

Antes da instalação do experimento (abril de 2019), após a colheita da soja do ano agrícola anterior, a área experimental foi submetida à dessecação química utilizando herbicida glifosato ($1,8 \text{ kg do i. a. ha}^{-1}$) com volume de calda de 150 L ha^{-1} . A semeadura das plantas de cobertura ocorreu em 05/04/2019 com a utilização de semeadora-adubadora para plantio direto, com quatro linhas espaçadas de 0,50 cm. Para as gramíneas forrageiras tropicais, a densidade de semeadura foi de 5 kg ha^{-1} , e para o sorgo biomassa BRS 716 $140.000 \text{ plantas ha}^{-1}$. Não houve adubação de semeadura ou de cobertura nas espécies avaliadas.

Durante todo o período de avaliação, as espécies permaneceram em crescimento livre. As avaliações foram realizadas em 09/08/2019 e 15/10/2019, correspondendo a 126 e 193 dias após a semeadura (DAS), respectivamente. Em cada época, foi coletada manualmente a parte aérea das plantas, utilizando-se quadrado metálico de $0,25 \text{ m}^2$ em dois pontos da área útil de cada parcela. As amostras foram pesadas para estimativa do peso verde, e uma subamostra foi levada a estufa de ventilação forçada de ar a $65 \text{ }^\circ\text{C}$ até peso constante. As subamostras foram pesadas depois da saída da estufa. Foi determinada a umidade, e com os dados de massa verde foi calculada a produção de massa seca de cada espécie, sendo os valores e extrapolados em kg ha^{-1} . Em cada época de avaliação, a produtividade de matéria seca foi dividida pelo número de dias após a semeadura para estimativa do acúmulo de matéria seca, e os valores foram expressos em $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

Na primeira avaliação (126 DAS), além da produtividade de matéria seca, foi avaliada a altura de plantas por meio da leitura (centímetros), considerando o nível do solo até a primeira folha totalmente expandida a partir do ápice. A taxa de crescimento foi calculada por meio da divisão da altura pelo número de dias após semeadura (126 DAS) e foi expressa em cm dia^{-1} .

Nas duas épocas foi estimada a eficiência de uso de água pelas espécies através da divisão entre a produtividade de matéria seca de cada espécie (expressa em kg ha^{-1}) e a precipitação acumulada até o dia da avaliação (mm), sendo os valores expressos em $\text{kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$.

Após a última avaliação (193 DAS), em outubro de 2019, a área experimental foi dessecada por meio da aplicação em área total do herbicida glifosato (1.800 g ha^{-1} do i.a.) + Triazolona (30 g ha^{-1} do i.a.), com volume de calda de 200 L ha^{-1} . A semeadura da soja (BRS 7380 RR) ocorreu em 19 de

novembro de 2019, com a utilização de semeadora-adubadora para plantio direto, com quatro linhas espaçadas de 0,50 cm. A regulagem de sementes foi estimada para a obtenção de 320.000 plantas por hectare de estande final. As sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* na dose de 500×10^9 UFC ml⁻¹.

A adubação mineral de semeadura constou da aplicação de 22,4 kg ha⁻¹ de N, 78,4 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 44,8 kg ha⁻¹ de K₂O, correspondendo a 280 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 08-28-16, seguindo as recomendações de Sousa e Lobato (2004) para a cultura da soja e a análise de solo antes da implantação do experimento demonstrada acima.

Com as plantas de soja apresentando três trifólios completamente desenvolvidos ou quatro nós, correspondendo ao estágio V₄, foi feito controle de plantas daninhas em pós-emergência com aplicação em área total do herbicida glifosato (1.800 g ha⁻¹ do i.a.), utilizando volume de calda de 150 L ha⁻¹. Com a identificação do estágio reprodutivo R₂ na soja foi realizada aplicação de fungicida de forma preventiva com 66,5 g ha⁻¹ do i. a. piraclostrobina e 25 g ha⁻¹ do i. a. de epoxiconazol. Nos estádios reprodutivos compreendidos entre as fases R₃ (vagem de 0,5 cm a 2,0 cm em um dos quatro nós superiores na haste principal) e R₄ (vagem completamente desenvolvida (> 2,0 cm) em um dos quatro nós superiores na haste principal) da soja (Fehr et al., 1971) foi realizada aplicação de fungicida de forma preventiva com 70 g ha⁻¹ do i. a. de trifloxistrobina.

A colheita da soja foi realizada em 12/03/2020, correspondendo a 110 dias após a emergência. Para a estimativa da produtividade, foi realizada a colheita da área útil de cada parcela. Após debulha mecânica, os grãos foram pesados e uma subamostra foi seca em estufa de circulação forçada de ar até peso constante para determinação da umidade. Além desta avaliação, quatro subamostras de 1.000 grãos em cada parcela foram separadas e pesadas. Os valores destas duas variáveis foram extrapolados para 130 g kg⁻¹ de água.

Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2011). Na comparação de médias das variáveis, empregou-se o teste DMS (LSD), adotando o nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

A produtividade de matéria seca das espécies (kg ha^{-1}) e a taxa de acúmulo de matéria seca ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) foram influenciadas pelas espécies e pelas épocas de avaliação, assim como a interação entre os dois fatores. Em relação à produtividade de matéria seca, não houve interação significativa entre as espécies de cobertura e época de avaliação (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de F na análise de variância para as variáveis produtividade de matéria seca (kg ha^{-1}) e taxa de acúmulo de matéria seca ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) em função das espécies de cobertura e dias após a semeadura. Sete Lagoas-MG, safra 2019/2020.

Matéria seca	Espécies (E)	Dias após semeadura (DAS)	E x DAS	CV (%)
kg ha^{-1}	4,26*	0,03 ^{ns}	4,06*	26,2
$\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$	3,49*	43,30**	3,33*	27,0

ns – não significativo; * - significativo a $p < 0,05$; ** - significativo a $p < 0,01$

Os valores médios de produtividade de matéria seca e taxa de acúmulo de matéria seca (Tabela 2) demonstraram que os capins *ruzizensis* e BRS Zuri foram estatisticamente semelhantes e superiores aos demais, embora o capim BRS Quênia seja semelhante também nesta última variável. Tal resultado é recorrente do acúmulo diário de matéria seca, que aumentou em razão da época de avaliação, o que já era esperado, em razão do crescimento das espécies, porém, na produtividade de matéria seca total, os valores demonstraram ausência de diferenças significativas entre as duas épocas de avaliação (Tabela 2). Provavelmente, a baixa quantidade de precipitação acumulada durante o período de crescimento das espécies (194 mm), aliada ao balanço de água negativo no solo neste período (Figura 2), prejudicou o desenvolvimento das espécies, principalmente o sorgo biomassa e o BRS Quênia.

Tabela 2. Valores médios de produtividade de matéria seca (kg ha^{-1}) e taxa de acúmulo de matéria seca ($\text{kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$) em função das espécies de cobertura e dias após a semeadura. Sete Lagoas-MG, safra 2019/2020.

Espécie (E)	-----Matéria seca-----	
	Produtividade, kg ha^{-1}	Acúmulo, $\text{kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$
Zuri	7051 ab	83,5 a
Sorgo biomassa	5539 b	60,12 b
Quênia	5600 b	68,8 ab
Ruziziensis	8154 a	89,5 a
Dias após a semeadura (DAS)		
126	6532 a	51,8 b
193	6640 a	99,1 a
LSD		
Espécie	1792	21,1
Dias após a semeadura	1267	14,9

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD (DMS) a 5% de probabilidade.

Na análise do desdobramento de cada época de avaliação dentro de espécies de cobertura, constatou-se que, na avaliação realizada aos 126 dias, a maior produtividade de matéria seca foi obtida no capim *ruziziensis*, sendo estatisticamente superior aos demais, mesmo tendo taxa de acúmulo semelhante ao capim BRS Zuri e ao sorgo biomassa (Tabela 3). Este resultado demonstra a capacidade do capim *ruziziensis* em acumular massa rapidamente, principalmente pela capacidade de perfilhamento, sendo uma excelente opção de cobertura de solo, conforme demonstraram Simão et al. (2021).

Na avaliação realizada aos 193 DAS, que representou o total de matéria seca acumulado pelas espécies no período de abril a outubro de 2019, demonstrou-se que os capins foram estatisticamente semelhantes e superiores ao sorgo biomassa na produção de matéria seca. Considerando a produtividade dos capins BRS Zuri, BRS Quênia e *ruziziensis* em relação ao sorgo biomassa, é possível inferir que os capins apresentaram potencial de acúmulo de matéria seca 1,6 vez superior ao sorgo biomassa, justamente por serem espécies semiperenes, ao contrário do BRS 716, que é uma planta com ciclo anual definido (Borghi et al., 2020). Além disso, o estande final de plantas de sorgo também pode ter influenciado neste resultado, como será abordado adiante.

Tabela 3. Desdobramento da interação espécies de cobertura e épocas de avaliação para os valores de produtividade de matéria seca (kg ha^{-1}) e taxa de acúmulo de matéria seca ($\text{kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$) em função das espécies de cobertura e dias após a semeadura. Sete Lagoas-MG, safra 2019/2020.

Espécie	Dias após a semeadura	
	126 DAS	193 DAS
-----Produtividade, kg ha^{-1} -----		
Zuri	3873 bB	7875 aA
Sorgo biomassa	4236 bA	4625 bA
Quênia	3672 bB	6975 abA
Ruziziensis	5472 aA	7087 abA
LSD	2769	2690
-----Acúmulo, $\text{kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ -----		
Zuri	30,7aB	117,5 aA
Sorgo biomassa	33,6 aA	69,0 bA
Quênia	29,1 aB	104,1 aA
Ruziziensis	43,4 aB	105,8 aA
LSD	21,9	39,2

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade.

Já na análise do desdobramento de espécies de cobertura dentro de época de avaliação (Tabela 3) foi observado que os capins obtiveram aumento significativo na taxa de acúmulo de matéria seca entre os períodos avaliados. Porém, este acúmulo diário não representou aumento na produtividade total de matéria seca destas espécies, uma vez que, na comparação entre as duas épocas, não houve diferenças estatísticas entre os valores de produtividade de matéria seca nas três espécies forrageiras (BRS Quênia, BRS Zuri e *ruziziensis*). No caso do sorgo biomassa, a ausência de resposta significativa na taxa de acúmulo de matéria seca aos 193 DAS era esperado, uma vez que a espécie tem ciclo de 180 dias. Desta maneira, na época de avaliação final, a planta já se encontrava em estágio avançado de maturidade fisiológica, ao contrário das demais espécies avaliadas, que continuaram com aumentos significativos no acúmulo de matéria seca ao final do período de avaliação.

Na análise estatística de comparação entre as espécies de cobertura realizada aos 126 DAS para os valores de altura de plantas (Tabela 4), foi observado que o sorgo biomassa foi estatisticamente superior aos demais capins, resultado este também já esperado, uma vez que os capins apresentam crescimento cespitoso, ao contrário do BRS 716 (Figura 3). Porém, embora com maior altura, a taxa de acúmulo de matéria seca diário do sorgo biomassa foi inferior à do capim *ruziziensis*, conforme apresentado anteriormente. Vale ressaltar que a baixa de produtividade de matéria seca do sorgo foi decorrente do estande de plantas utilizado neste experimento (140.000 plantas ha⁻¹). Em maiores populações, o sorgo pode produzir mais de 6 t ha⁻¹ de matéria seca, graças ao rápido estabelecimento inicial, conferindo a esta espécie grande potencial para ser utilizada como planta de cobertura no sistema plantio direto (Borghi et al., 2020).

Por meio da produtividade de matéria seca obtida em cada época de amostragem (apresentada na Tabela 3) e da quantidade de precipitação acumulada em cada período de avaliação (104,8 mm aos 126 DAS e 194 mm aos 193 DAS), foi obtida a produtividade de matéria seca por mm de água (Tabela 4). Trata-se de um importante indicador para constatar a eficiência das espécies em conseguir aumentar sua massa seca com a menor quantidade de água disponível. Na primeira época, o capim BRS Quênia teve produtividade de apenas 35 kg ha⁻¹ mm⁻¹, valor 33% menor que o capim *Ruziziensis*, este último com a maior eficiência entre as espécies avaliadas (52,2 kg ha⁻¹ mm⁻¹).

Tabela 4. Altura de plantas, produtividade de matéria seca (kg ha⁻¹) e eficiência de uso da água proveniente da precipitação pluviométrica (kg ha⁻¹ de matéria seca mm⁻¹ de precipitação acumulada) de espécies de cobertura, na avaliação realizada aos 126 e 193 dias após a semeadura (DAS). Sete Lagoas-MG, safra 2019/2020.

Espécie	-----126 DAS-----		-----193 DAS--			
	-----		-----			
	Altura		-----Matéria Seca-----			
	cm	cm dia ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹ mm ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹ mm ⁻¹
Zuri	95,0 b	0,7 b	3873 b	36,9	7875 a	40,5
Sorgo biomassa	153,7 a	1,2 a	4236 b	40,4	4625 b	23,8
Quênia	78,7 b	0,6 b	3672 b	35,0	6975 ab	35,9
Ruziziensis	80,5 b	0,6 b	5472 a	52,2	7087 ab	36,5
CV	15,9	15,7	24,3		25,3	
LSD	26,0	0,2	2769		2690	
Valor de F	18,72**		0,87 ^{ns}		2,78 ^{ns}	

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ns – não significativo; * - significativo a p<0,05; ** - significativo a p<0,01

Entre a primeira (126 DAS) e a segunda avaliações (193 DAS) foram acumulados 194 mm de precipitação e, nestas condições, o potencial de acúmulo de matéria seca por mm de água foi menor, com reduções de 9% no BRS Zuri, 41% no sorgo biomassa, 10,9% no BRS Quênia e 30% no *ruziziensis*. No caso do capim BRS Quênia, constatou-se que a produtividade de matéria seca por mm de chuva manteve-se estável em 35,0 kg ha⁻¹ mm⁻¹. As duas espécies com maior eficiência no acúmulo de matéria seca na primeira avaliação (sorgo biomassa e *ruziziensis*) foram as que reduziram seu potencial ao final do período, provavelmente por atingirem seu máximo potencial de acúmulo de matéria seca até os 126 DAS (Figura 4).

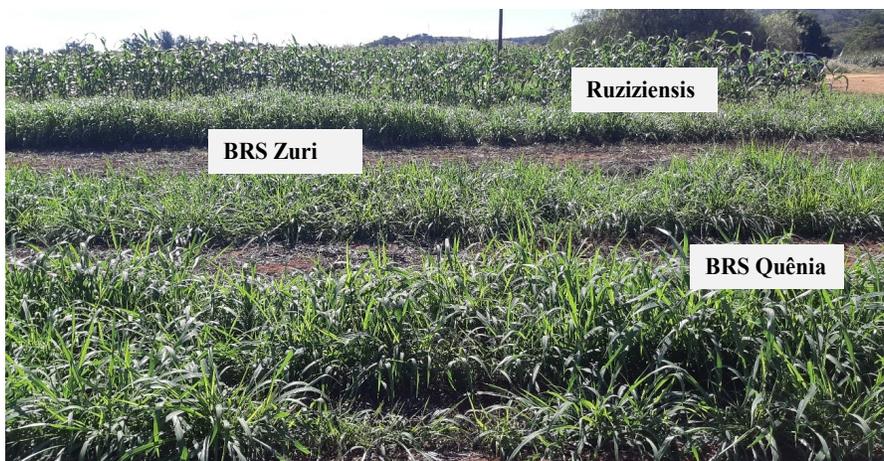


Figura 3. Detalhe do porte das espécies de cobertura na avaliação realizada aos 126 DAS (09/08/2019), com apenas 104,8 mm de precipitação pluviométrica desde a semeadura.



Figura 4. Detalhe do porte das espécies de cobertura na avaliação realizada aos 193 DAS (15/10/2019), com 194 mm de precipitação pluviométrica acumulada desde a semeadura.

Na Tabela 5 encontram-se os resultados de massa de 1.000 grãos e produtividade de grãos de soja em função das espécies de cobertura do solo. Embora sem diferenças significativas na massa de 1.000 grãos, a produtividade foi influenciada pelas espécies. A soja semeada sobre o capim BRS Quênia obteve a maior produtividade de grãos, e a menor foi no BRS Zuri. No sorgo biomassa e no capim *ruziziensis*, a produtividade de soja foi estatisticamente semelhante aos valores extremos, demonstrando o potencial que estas espécies proporcionam para implementar um sistema plantio direto de qualidade na região Central de Minas Gerais.

A produtividade média de grãos obtida neste experimento (3.788 kg ha^{-1}) foi superior à média de produtividade do estado de Minas Gerais na safra 2019/2020 (3.697 kg ha^{-1}), de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, 2021). Considerando o levantamento realizado por Hirakuri et al. (2020), a partir dos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produtividade média de soja na região de Sete Lagoas no ano agrícola 2017/2018 foi de 3.040 kg ha^{-1} . Mesmo não sendo uma região significativa na produção de soja no estado, o potencial de cultivo da oleaginosa em áreas de pastagens degra-

dadas pode incrementar a produção agrícola e pecuária regional (Alvarenga et al., 2018). Mesmo estando sujeita a veranicos frequentes, a região apresenta condições para que a oleaginosa possa ser cultivada principalmente ao se adotar sistemas de cultivo como a Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e o SPD, desde que atendidas algumas premissas técnicas, como a correta correção do solo em perfil e a manutenção permanente de cobertura vegetal sobre o solo, mesmo que a forrageira seja utilizada para pastejo no outono (Alvarenga et al., 2018; Resende et al., 2020).

Tabela 5. Massa de 1.000 grãos e produtividade de grãos de soja semeada em sistema plantio direto sob diferentes espécies de cobertura. Sete Lagoas-MG, safra 2019/2020.

Espécie	Massa de 1.000 grãos	Produtividade de grãos	
	G	kg ha ⁻¹	sacos ha ⁻¹
Zuri	247,0 a	3.305 b	55,1 b
Sorgo Biomassa	234,0 a	3.584 ab	59,7 ab
Quênia	243,6 a	4.277 a	71,3 a
Ruzizensis	236,5 a	3.985 ab	66,4 ab
CV	7,1	14,0	
LSD	27,4	853	
Valor de F	0,50 ^{ns}	2,51 ^{ns}	

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade.

Por meio da implantação da cultura da soja em SPD utilizando estas espécies de cobertura, nas condições em que o experimento foi realizado, para a produção de 1 kg de grãos de soja, cada espécie produziu 2,7 kg ha⁻¹ de matéria seca do capim Zuri, 1,3 kg ha⁻¹ de matéria seca do sorgo biomassa BRS 716, 1,7 kg ha⁻¹ de matéria seca do capim BRS Quênia e 1,8 kg ha⁻¹ de matéria seca do capim *ruzizensis*. Além disso, ao observar a maior produ-

tividade de grãos de soja (4.277 kg ha^{-1}) e a produtividade de matéria seca aos 193 DAS no tratamento BRS Quênia, confrontando com estas mesmas variáveis para o BRS Zuri (que obteve a menor produtividade de grãos e soja - 3.305 kg ha^{-1}), verificou-se que o tratamento BRS Quênia conseguiu produzir 972 kg ha^{-1} de grãos com 900 kg ha^{-1} a menos de palha.

Embora com produtividades de matéria seca de palha inferiores às obtidas por Simão et al. (2021) nesta mesma região, a produtividade de soja obtida neste experimento foi superior. O mesmo foi verificado ao se analisarem os dados de produtividades de soja demonstrados em Alvarenga et al. (2018), com essa oleaginosa semeada sobre palhada de *Megathyrus* considerando uma série histórica de 13 anos. Assim, pelos dados obtidos, constatou-se que, além de apresentarem boas quantidades de matéria seca de palha para a viabilidade do SPD em condições de restrição hídrica, todas as espécies avaliadas para cobertura garantiram produtividades de soja próximas à média do estado de Minas e acima da média regional.

Conclusão

Todas as espécies de plantas de cobertura avaliadas nas condições do experimento demonstraram potencial para serem utilizadas dentro de uma estratégia de cultivo de soja em sistema plantio direto para as condições da região Central de Minas Gerais. Destacaram-se as cultivares BRS Quênia e o capim *ruziziensis*, por apresentarem maior taxa de acúmulo de matéria seca ao longo do período avaliado e maior capacidade de acumular matéria seca com apenas 194 mm de precipitação pluviométrica.

O sorgo biomassa BRS 716, mesmo com o baixo estande de plantas e com acúmulo de matéria seca inferior aos demais, em razão de sua maturi-

dade fisiológica antecipada, proporcionou produtividade de matéria seca ao final do período avaliado acima de 6 t ha⁻¹ e produtividade de grãos de soja semelhante ao melhor tratamento (BRS Quênia).

Referências

ACOMPANHAMENTO da safra brasileira [de] grãos, v. 8, safra 2020/21, agosto, 2021: décimo levantamento. Brasília, DF: Conab, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 29 jul. 2021.

ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; OLIVEIRA, I. R. de; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A. de; COELHO, A. M.; RESENDE, A. V. de; VIANA, M. C. M.; COSTA, P. M.; BARBOSA, F. A.; LOPES, L. S. **Sistema de Integração Lavoura-Pecuária como estratégia de produção sustentável em região com riscos climáticos**. 2. ed. rev. ampl. e atual. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 211).

BELLINASSO, A. V.; CARVALHO, I. R.; SILVA, J. A. G. da; MOURA, N. B.; HUTRA, D. J.; LORO, M. V.; BUBANS, V. E.; LAUTENCHLEGER, F. Cover crops and their relationship with the qualitative and quantitative attributes of soybeans. **Brazilian Journal of Agriculture**, v. 96, n. 1, p. 294-313, 2021. DOI: <https://doi.org/10.37856/bja.v96il.4260>.

BORGHI, E.; SILVA, G. F. da; CALONEGO, J. C.; PARRELLA, R. A. da C.; ANTONIO, M. S. **Sorgo biomassa BRS 716 para produção de forragem e palha em sistema plantio direto com soja**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 216).

BORGHI, E.; SIMÃO, E. de P.; RESENDE, A. V. de; GALVÃO, J. C. C.; SILVA NETO, S. P. da; PEREIRA, A. F. Evaluation of soybean cultivars of contrasting cycles according to the level of investment in fertilization. **American Journal of Plant Sciences**, v. 8, n. 12, p. 2977-2994, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4236/ajps.2017.812202>.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill.

Crop Science, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1971. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1971.0011183X001100060051x>.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

HIRAKURI, M. H.; CONTE, O.; PRANDO, A. M.; CASTRO, C. de; BALBINOT JÚNIOR, A. A. (ed.). **Diagnóstico da produção de soja nas macrorregiões sojícolas 2 e 3**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 124 p. (Embrapa Soja. Documentos, 435).

LEITE, H. M.; CAONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A.; MENDES, L. W.; MORAES, L. N. de; GROTTTO, R. M. T.; ARAUJO, F. F.; PEREIRA, A. P. de A.; MELO, V. M. M.; ARAUJO, A. S. F. Cover crops shape the soil bacterial Community in a tropical soil under no-till. **Applied Soil Ecology**, v. 168, 104166, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.104166>.

RESENDE, A. V. de; GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; SIMÃO, E. de P.; GIEHL, J.; ABREU, S. C.; HURTADO, S. M. C.; CAMPANHA, M. M.; COSTA, T. C. e C. da; MARRIEL, I. E.; VASCONCELLOS, J. H.; SANTANA, D. P.; ALVARENGA, R. C.; VIANA, J. H. M. **Intensificação agropecuária no Cerrado**: construção da fertilidade do solo como base para aumento do potencial produtivo e convivência com a seca. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 56 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 265).

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SILVA, L. de C. M. da. **Qualidade física do solo, armazenamento de água e erosão hídrica em sistemas de produção de grãos na região central de Minas Gerais**. 2020.132 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2020.

SIMÃO, E. de P.; RESENDE, A. V. de; GIEHL, J.; GALVÃO, J. C. C.; BORGHI, E.; OLIVEIRA, A. C. de; GONTIJO NETO, M. M. Agronomic responses to the intensification of grain production systems in dryland farming of central Minas Gerais State, Brazil. **Brazilian Journal of Agriculture**, v. 96, n. 1, p. 277-293, 2021. DOI: <https://doi.org/10.37856/BJA.V96I1.4266>.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.



Milho e Sorgo



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

