

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM FUNÇÃO  
DAS CULTURAS ANTECESSORAS**

**NATANAEL BORGES SOARES**

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2019

# CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM FUNÇÃO DAS CULTURAS ANTECESSORAS

NATANAEL BORGES SOARES  
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA

Dissertação de mestrado apresentada à  
Universidade Federal da Grande Dourados,  
como parte das exigências do programa de  
Pós-Graduação em Agronomia – Produção  
Vegetal, para obtenção do título de mestre.

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2019

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S676c Soares, Natanael Borges  
Crescimento e produtividade da soja em função das culturas antecessoras [recurso eletrônico] /  
Natanael Borges Soares. -- 2019.  
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Luiz Carlos Ferreira de Souza.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.  
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Fitomassa. 2. Glycine max. 3. Sistema plantio direto. I. Souza, Luiz Carlos Ferreira De. II.  
Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.


**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM FUNÇÃO DAS CULTURAS  
ANTECESSORAS**

por

**NATANAEL BORGES SOARES**

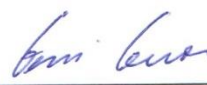
Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título  
de MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: 03/04/2019



---

Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza  
Orientador – UFGD



---

Dr. Gessi Ceccon  
Embrapa Agropecuária Oeste



---

Dra. Lígia Maria Maraschi da Silva Piletti  
IFMS

*“A educação tem raízes amargas, mas os seus frutos são doces”.*  
*(Aristóteles)*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter guiado meus passos e ter me conferido forças para chegar até o presente momento.

À Universidade Federal da Grande Dourados e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade concedida e incentivo a formação de novos profissionais.

À CAPES, que desempenha papel fundamental na expansão e na consolidação da pós-graduação em todo o Brasil. Pela concessão da bolsa de estudos durante o período da realização desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza, um exemplo de profissional, pela compreensão, paciência, incentivo, amizade, exemplar orientação e efetiva participação na minha formação profissional.

Aos meus pais, Pedro e Maria de Lourdes, à minha irmã Anaysa, à minha vó Maria, por todo o apoio e todo amor incondicional dedicado a mim e nossa família. Todo carinho, ensinamentos, conselhos e incentivo foram imprescindíveis para me guiar sendo minha fonte de inspiração.

Aos amigos que conquistei ao longo dos anos, por confiarem na minha capacidade e por me apoiarem nos momentos difíceis e de conquistas, contribuindo para o meu crescimento pessoal.

Aos funcionários de campo e aos técnicos de laboratório, pelo auxílio na condução e análise do experimento.

## RESUMO

O uso de diferentes espécies em sistemas de plantio direto é um fator que contribui para o sucesso e sustentabilidade da cultura principal. Com isso, objetivou-se estudar o desenvolvimento e o desempenho produtivo da soja cultivada em diferentes sistemas de rotação de culturas. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, município de Dourados, MS, na safra 2017/2018. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 11 tratamentos, que consistiram dos resíduos de diferentes espécies de culturas antecessoras à soja (milho, milho+braquiária, braquiária+ervilhaca, milheto, canola, aveia-preta, cartamo, aveia-branca, niger, ervilhaca+aveia-preta, nabo forrageiro+aveia-preta+ervilhaca) com quatro repetições. Foram avaliados a fitomassa seca das culturas de cobertura, massa da matéria seca da soja por estágio de desenvolvimento, altura de plantas, ramificações, altura da inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, massa de mil grãos e produtividade de soja. As maiores produções de fitomassa foram obtidas com as culturas de milho e milho+ braquiária e as menores foram na cultura do milheto, aveia-preta, aveia-branca, niger e braquiária + ervilhaca. O acúmulo de massa seca da soja não diferiu entre os tratamentos, com o máximo acúmulo de matéria seca no estágio R6. Apenas a altura de plantas foi significativa, com maiores resultados nos tratamentos de braquiária+ervilhaca, milheto, canola, aveia-preta, cartamo, aveia-branca, ervilhaca+ aveia-preta e ervilhaca+aveia-preta+nabo forrageiro. Os demais componentes de produção não diferiram entre os tratamentos, porém foram valores considerados acima da média da região, para a cultura da soja. As culturas testadas para compor a rotação de culturas, apresentaram potencial de uso como antecessora a soja, contribuindo para o crescimento das plantas e manutenção da produtividade de grãos.

**Palavras-chave:** Fitomassa, *Glycine max*, Sistema plantio direto.

## ABSTRACT

The use of different species in no-tillage systems is a contributing factor to the success and sustainability of the main crop. Thus, the objective was to study the development and productive performance of soybean cultivated in different crop rotation systems. The experiment was carried out at the Experimental Farm of Agrarian Sciences of the Federal University of Greater Dourados, municipality of Dourados, MS, in the 2017/2018 harvest. The experimental design used was randomized blocks with 11 treatments, That consisted of residues from different species of previous crops to soybean (maize, maize + brachiaria, brachiaria + vetch, millet, canola, black oats, safflower, white oats, niger , vetch + black oats, forage turnip + black oats + vetch) with four replicates. The dry matter of cover crops, dry matter mass of the soybean by stage of development, plant height, branches, height of the first pod insertion, number of pods per plant, mass of a thousand grains and soybean yield. The highest biomass yields were obtained with maize and maize + brachiaria crops, and the smallest were in the millet, black oat, white oats, niger and brachiaria + vetch crops. Soybean dry mass accumulation did not differ between the treatments, with the maximum accumulation of dry matter in the R6 stage. Only plant height was significant, with higher results in the treatments of brachiaria + vetch, millet, canola, black oats, safflower, white oats, vetch + black oats and vetch + black oat + forage turnip. The other production components did not differ among treatments, but values were considered above the region average for soybean crop. The crops tested to compose crop rotation showed potential for use as a precursor to soybean, contributing positively to plant growth and grain yield maintenance.

**Key words:** Phytomass, *Glycine max*, No-tillage system.



## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO .....	v
ABSTRACT.....	vi
1. INTRODUÇÃO .....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. Sistemas de manejo do solo .....	11
2.2. Componentes da rotação de culturas com soja .....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	17
3.1 Caracterização da área experimental.....	17
3.2 Delineamento experimental e tratamentos .....	18
3.3 Determinações.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
4.1. Fitomassa das culturas antecessoras.....	21
4.2. Componente de crescimento e produtividade da soja .....	23
5. CONCLUSÕES.....	30
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

## 1. INTRODUÇÃO

O uso de equipamentos para o revolvimento do solo e, posteriormente, a semeadura das culturas em várias operações anuais geram perdas de solo, camadas compactadas e lixiviação de nutriente, principais problemas que diminuem a sustentabilidade do agroecossistema (PANACHUKI et al., 2011).

A intensificação das áreas para a produção agropecuária, aliado a técnicas impróprias de manejo do solo, tem causado degradação da estrutura do solo, influenciando negativamente o desenvolvimento vegetal (STONE e GUIMARÃES, 2005).

Na produção de grãos da região centro-oeste do Brasil, o sistema mais adotado é a sucessão de culturas com soja e milho (CONAB, 2017). Onde há o predomínio dessa sucessão, é necessária a introdução de outras espécies no sistema agrícola, como cultivo solteiro ou em consórcio. Em razão do sistema de produção utilizado, a presença de cobertura vegetal pode minimizar o risco de erosões hídricas que, por sua vez, resultam na diminuição da produtividade e degradação dos solos agrícolas (CARVALHO et al., 2007).

A utilização de sistemas alternativos mais conservacionistas (Integração Lavoura Pecuária, Sistemas Agroflorestais, Sistema Plantio Direto, entre outros) auxilia na redução dos impactos ambientais do cultivo agrícola e busca a manutenção da viabilidade econômica, possibilitando retorno duradouro dos investimentos (PEREIRA et al., 2011).

O sistema plantio direto é uma das tecnologias que vêm ao encontro desse conceito. Com objetivo de melhorar a conservação do solo agrícola, esse sistema tem como princípios básicos o mínimo revolvimento do solo (apenas na linha de semeadura), cobertura permanente com palha ou plantas vivas e a rotação de culturas agrícolas. A presença de pequena quantidade de palhada na superfície, vem sendo alvo de muitas dúvidas sobre a utilização da rotação de culturas, principalmente na região dos Cerrados, onde as condições edafoclimáticas provocam rápida decomposição da palha, ameaçando a efetiva implantação dessa tecnologia (LEAL et al., 2005).

Por meio das rotações de culturas, busca-se intercalar espécies com alto potencial de produção de palha e baixa taxa de decomposição, com aquelas que

promovam maior ciclagem de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio (CALVO et al., 2010; CORREIA e GOMES, 2015). Minimizando os problemas de perdas de solo (erosão hídrica e eólica) e obter aumentos gradativos na produtividade de soja (HECKLER e SALTON, 2002).

Ao ajustar-se o sistema de cultivo com plantas oleaginosas, forrageiras e/ou em consórcios, ocorre o aumento gradativo da quantidade e qualidade da palhada sobre o solo, com maior exploração radicular da área cultivada. Aliado ao aumento da produtividade da soja está relacionado a inclusão de tecnologias, que visa o melhoramento das cultivares, posicionamento (localização, clima e tipo de solo) e adequação dos tratos culturais ao sistema de produção mais eficiente (MORAES et al., 2008).

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar espécies para uso na rotação de culturas que proporcionam maior produtividade de soja.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Sistemas de manejo do solo

O solo mantido sob vegetação nativa apresenta características físicas adequadas ao desenvolvimento normal de plantas, apresentando um ambiente equilibrado com ampla interação entre a biota presente. O volume de solo explorado pelas raízes é relativamente grande, resultando na melhoria da permeabilidade, estrutura, densidade e porosidade do solo (ANDREOLA et al., 2000). Quando submetido ao uso agrícola, tem alterações em suas propriedades físicas, influenciando o desenvolvimento vegetal (SPERA et al., 2004).

Uma das principais características da intensificação agrícola é o aumento da especialização no processo de produção, resultando na redução do número de espécies cultivadas na mesma área. Tais sistemas são relativamente instáveis, tem alta perda de nutrientes, maior suscetibilidade à invasão por espécies de plantas daninhas e alta incidência de doenças e pragas (LEMAIRE et al., 2015).

A adoção de sistemas conservacionistas de manejo do solo, como plantio direto, tem sido utilizado como uma alternativa para contribuir com a sustentabilidade econômica e ambiental do agroecossistema. Conhecer o desempenho de espécies de cobertura, facilita o ajuste de manejo, sendo de fundamental importância para garantir que os investimentos na produção de grãos possibilitem retornos duradouros (LEAL et al., 2005; SILVA et al., 2009).

Criar diversificação de plantas para sistemas de cultivo é fundamental não apenas em termos de produção, mas também influencia na composição e presença da biota associada ao sistema (MATSON et al., 1997).

As condições físicas são melhoradas, pois a palhada ajuda a manter a água no solo e favorece a atividade microbológica, protegendo da desagregação das partículas, implicando em menor perda de solo e reduzindo assim a sua taxa de degradação (PANACHUKI et al., 2011; TARTARI et al., 2012).

Andrade et al. (2009), estudando o efeito de diferentes culturas de cobertura (braquiária, milho consorciado com braquiária, guandu anão, milheto, mombaça, sorgo granífero, estilosantes e crotalária) na qualidade física do Latossolo Vermelho Distrófico de cerrado em plantio direto observaram que as culturas de

cobertura, especialmente as gramíneas, favoreceram a agregação do solo na camada superficial, maior diâmetro médio de agregados, com menores densidades e maior porosidade total do solo, à medida que houve aumento de matéria orgânica. Entre as culturas de cobertura estudadas, as leguminosas guandu e crotalária, e o milho consorciado com braquiária, foram as que mantiveram a camada superficial do solo com boa qualidade física.

Além de benefícios na física do solo, um sistema de manejo que promova maior aporte de palhada beneficia também seus atributos químicos, balanceando as taxas de adição e decomposição dos resíduos, o que modifica os processos de imobilização, mineralização, lixiviação e desnitrificação, principalmente em áreas onde o uso desse sistema já esteja consolidado (GOMES et al., 2007).

## **2.2. Componentes da rotação de culturas com soja**

Atualmente na região centro-oeste a agricultura vem se desenvolvendo em sua maioria na produção de grãos de milho e soja, devido a possibilidade de ter a produção de duas safras no ano agrícola, toma-se como cultura principal a soja em primeira safra e o milho em segunda safra (CONAB, 2017).

Sabendo-se que a segunda safra possui maior vulnerabilidade a fatores climáticos limitantes (baixa precipitação pluvial, possível ocorrência de geadas, temperaturas com maior oscilação, entre outros) podendo afetar a produtividade do milho. Tem sido observado nas últimas safras a antecipação do início da semeadura da soja e em muitos casos a interrupção do ciclo da cultura com dessecantes para adiantar ainda mais a colheita da soja, liberando a área de plantio para o milho (FUNDAÇÃO MT, 2014).

Entretanto, é fato que antecipar o momento da dessecação, antes da soja completar a sua maturação fisiológica, acarreta em perdas consideráveis de produtividade. Estima-se que a perda de produtividade por dessecação fora do período ideal podem chegar a 12 sc/ha (FUNDAÇÃO MT, 2014). Vale lembrar que a colheita da soja precoce é concentrada nos meses de janeiro e fevereiro, que possuem maiores precipitações pluviais na região centro-oeste, em alguns casos impede o avanço da colheita, influenciando diretamente no processo de deterioração da qualidade dos grãos de soja, com perdas maiores em lavouras dessecadas (DINIZ et al., 2013; XAVIER et al., 2015).

A soja como cultura principal deve ser priorizada, ou seja, ajustar a segunda safra de forma que traga benefícios a cultura principal e não interfira em seu ciclo produtivo, garantindo maiores rendimentos. A rotação de culturas está alinhada a esse conceito, buscando por meio da inserção de maior diversidade de culturas em segunda safra. A utilização de plantas de diferentes espécies e famílias promove a quebra do ciclo de doenças e pragas que prejudicam a soja, redução das plantas daninhas presente na área cultivada e proporciona cobertura vegetal em quantidade e qualidade para o sistema plantio direto (AMBROSANO et al., 2005).

Devido as dificuldades em se conseguir uma produção de palha suficiente para a manutenção do sistema plantio direto no cerrado, é necessária a seleção de plantas eficientes para compor um programa de rotação de culturas, através da escolha das espécies que estejam adaptadas às condições do local. É necessário intercalar culturas com alto potencial de produção de palha e baixa taxa de decomposição com culturas que promovam maior reciclagem de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio (LEAL et al., 2005; PACHECO et al., 2008).

Uma característica importante que deve-se levar em consideração na escolha de espécies para compor sistemas de rotação é a relação C/N (carbono/nitrogênio). Na presença de fitomassa com relação C/N baixa, como as fabaceae de maneira geral, a demanda por N dos microrganismos no processo de decomposição é satisfeita rapidamente, e o excedente passa a ser liberado rapidamente no solo, acarretando em uma rápida decomposição e, conseqüentemente, pouca cobertura ou nenhuma cobertura do solo (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002).

Plantas com relação C/N alta, como as gramíneas, permanecem por mais tempo no solo. Com tendência de maior imobilização de nutrientes no início da decomposição, assim, a quantidade de N mineralizado não é suficiente para atender a demanda dos microorganismos, os quais passam a imobilizar o N mineral disponível no solo (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002; CALVO et al., 2010).

Para a manutenção da palha como cobertura até o desenvolvimento da cultura sucessora, em condições de alta temperatura e alta pluviosidade, é recomendado o uso de resíduos com maior relação C/N em plantio direto, pois a decomposição mais lenta dos resíduos é desejável para a proteção do solo (SIMIDU et al., 2010). As principais espécies utilizadas em rotação de culturas pertencem, principalmente, às famílias Fabaceae e Poaceae, uma vez que, as plantas da família

das Fabaceae favorecem maior densidade relativa de microorganismos do solo, enquanto que as Poaceae favorecem a permanência prolongada da palhada do solo (SANTOS et al., 2008).

Para o sucesso na produção de fitomassa, é desejável plantas que possuem crescimento inicial rápido, reduzindo a competição com plantas daninhas e proteção superficial do solo, contribuir com a melhoria da infiltração de água no solo e absorção pela planta, da capacidade de fixação de nitrogênio e da ciclagem de nutrientes no perfil do solo, reduzindo assim os custos com adubação (GHAMARNIA et al, 2011; FILHO et al., 2014). Souza et al. (2015), avaliando o desempenho agrônomico da soja em sucessão a espécies oleaginosas, concluíram que o cártamo pode ser inserido no sistema de rotação com soja sem causar prejuízos ao crescimento ou à produtividade da cultura.

Mauad et al. (2015), em experimento com níger, concluíram que a exportação de nutrientes e o índice de colheita são baixos, resultando em maior oferta de nutrientes para o cultivo em rotação, o que pode melhorar a fertilidade do solo, proporcionando maior produtividade das culturas sucessoras.

Teixeira et al. (2010), com experimento de produção de fitomassa seca, acúmulo de macronutrientes, decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho solteiro e consorciado com feijão-de-porco, constataram que além da elevada produção de fitomassa, a cobertura vegetal morta do milho influenciou positivamente algumas características agrônomicas do feijoeiro cultivado em sistema plantio direto, em especial, a produtividade.

Burle et al. (2006) e Ziech et al. (2015) destacam a importância e custo de semente da aveia branca (*Avena sativa* L.) e da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) como cultura antecessora, por apresentarem boa capacidade de perfilhamento e pouco exigentes em nutrientes, além de apresentar sistema radicular profundo, que é importante para melhorar a estrutura do solo.

A aveia-preta é a mais rústica que a aveia-branca para as condições de Cerrado, apresentando maior adaptação à acidez do solo, tolerância à seca e às principais doenças em aveia. Crusciol et al. (2008) concluíram que, com o cultivo de aveia preta, nutrientes como N, P, Ca e S são disponibilizados de forma gradual ao longo do período de decomposição da palhada, enquanto que o K é disponibilizado de forma mais rápida logo após o manejo.

As braquiárias têm sido consideradas as melhores forrageiras para o Cerrado, suportam bem a seca no período outono-inverno, devido a sua longevidade e plena adaptação à região, aumentam o aporte de palha no solo, com aumento na produtividade das culturas posteriores produtoras de grãos. Considerada entre as espécies forrageiras, com a mais utilizada em consórcio de plantas, atualmente, são as mais utilizadas pelos agricultores, podendo aumentar significativamente a produtividade da soja (KLUTHCOUSKI et al., 2003; ANDRADE et al., 2009).

A consorciação de gramíneas e oleaginosas é uma alternativa viável, capaz de melhorar as condições de fertilidade do solo, onde há combinação de práticas culturais e biológicas. Combinar plantas com boa relação C/N e outras mais eficientes na ciclagem de nutrientes pode proporcionar maior produção de fitomassa, promover maior acúmulo e liberação de macronutrientes (VALICHESKI et al. 2012).

Trabalhos desenvolvidos em Dourados-MS, avaliando ao longo dos anos sistemas de produção de soja, com ênfase na rotação de cultura, concluem que pode ocorrer diferenças significativas na produtividade de soja em função da cultura antecessora, porém, os resultados mudam com o passar dos anos (PEDROSO, 2011). A medida em que o experimento é consolidado, faz-se a substituição de culturas que tem sucessivos resultados negativos de desempenho de produção de fitomassa e ou baixa influência na produtividade de soja.

Na safra 2010/2011, trabalhando com culturas antecessoras (canola, cártamo, nabo forrageiro e crambe), foi obtido os maiores valores de produtividade de soja, quando semeada após tratamentos contendo a canola ou cártamo (PEDROSO, 2011). Na safra 2011/2012 também foi observado maiores valores de produtividade de soja na sucessão com cártamo (TANAKA et al., 2012).

Pilleti (2016), estudou o efeito dos sistemas de rotação de culturas sobre desempenho agrônômico da soja nas safras 2013/14 e 2014/15, em que a soja cultivada após pousio apresentou o menor produtividade de grãos. Na safra 2014/15, verificou que as maiores alturas de plantas foram encontradas na soja após ervilhaca, aveia, canola, níger, trigo, crotalária, crambe e nabo. O tratamento pousio novamente proporcionou o menor rendimento de grãos de soja. Confirmando que no outono-inverno o pousio deve ser evitado e deve-se manter as rotações de cultura que vem influenciando de maneira positiva o rendimento de grãos.



Ubida (2017) avaliando o desempenho agronômico da cultura da soja M6410 semeada no verão sobre a palhada de gramíneas, leguminosas e consorciadas, na safra 2015/16, concluiu que a cultura antecessora interfere na altura de planta, altura de inserção de vagem e na produtividade da cultura da soja, onde, ao ser semeada em sucessão as culturas do milho, milho + braquiária, braquiária + ervilhaca peluda, milho+ Crotalária, Cártamo e Níger apresenta maiores produtividades. Os efeitos positivos da rotação de culturas sobre a produtividade da soja podem ser atribuídos à recuperação da qualidade do solo, com o passar dos anos de cultivo, devido a maior produção de fitomassa da parte aérea e/ou raízes das culturas antecessoras (FRANCHINI et al., 2011).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado na safra 2017/2018, na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, localizada no município de Dourados, MS, com coordenadas geográficas de latitude 22° 14'S, longitude de 54° 49'W e altitude de 458 m.

O local em que foi desenvolvido o experimento encontra-se sob sistema plantio direto desde o ano de 2009, com foco no desempenho e produção de milho e soja no verão e espécies de oleaginosas, gramíneas e consorciadas no outono-inverno.

O solo predominante na área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, com textura argilosa e fertilidade natural variável (SANTOS et al., 2013). A área experimental possui os seguintes atributos químicos (Quadro 1).

Quadro 1. Atributos químicos do solo para cada tratamento, na camada de 0-20 cm, anterior a instalação do experimento, 2016.

Tratamentos <sup>1</sup>	pH	M.O.	P	K	Al	Ca	Mg	(H+ Al)	CTC	V
	CaCl <sub>2</sub>	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol dm <sup>-3</sup>						
M	5,1	28,4	24,9	4,4	0,3	63,0	12,2	62,9	79,8	56
M+B	5,1	28,7	20,0	4,5	0,4	66,1	13,1	62,1	84,0	57
B+E	4,8	27,4	14,3	5,4	1,3	51,7	10,5	72,4	68,8	49
MIL	4,9	28,8	19,4	6,6	0,5	53,4	12,0	69,9	72,5	51
CAN	5,0	28,6	18,4	3,9	0,0	62,5	12,8	63,2	79,1	55
AVP	4,9	29,9	19,7	6,1	0,8	57,6	11,5	71,0	75,9	52
CAR	4,8	31,2	18,2	5,8	0,9	53,4	9,3	77,1	69,4	47
AVB	4,9	29,9	24,5	6,2	1,1	55,1	9,7	73,1	72,1	49
NIG	4,8	31,1	22,1	6,7	1,6	53,9	10,5	76,0	72,7	49
E+AVP	4,8	29,4	21,2	6,7	1,6	51,3	9,8	75,2	69,4	48
E+AVP+NF	5,1	30,0	28,1	7,0	0,5	65,4	12,5	60,6	85,3	59

<sup>1</sup>Milho (M); milho+braquiária (M+B); braquiária+ervilhaca (B+E); milheto (MIL); canola (CAN); aveia-preta (AVP); cártamo (CAR); aveia-branca (AVB); niger (NIG); ervilhaca+aveia-preta (E+AVP); ervilhaca+aveia-preta+nabo forrageiro (E+AVP+NF).

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é tropical de monções, do tipo Am (ALVARES et al., 2013). A região apresenta temperatura e precipitação média anual, de 25°C e 1500 mm, respectivamente. Nas Figuras 1 e 2 estão dispostos os dados de temperaturas e precipitação no período experimental.

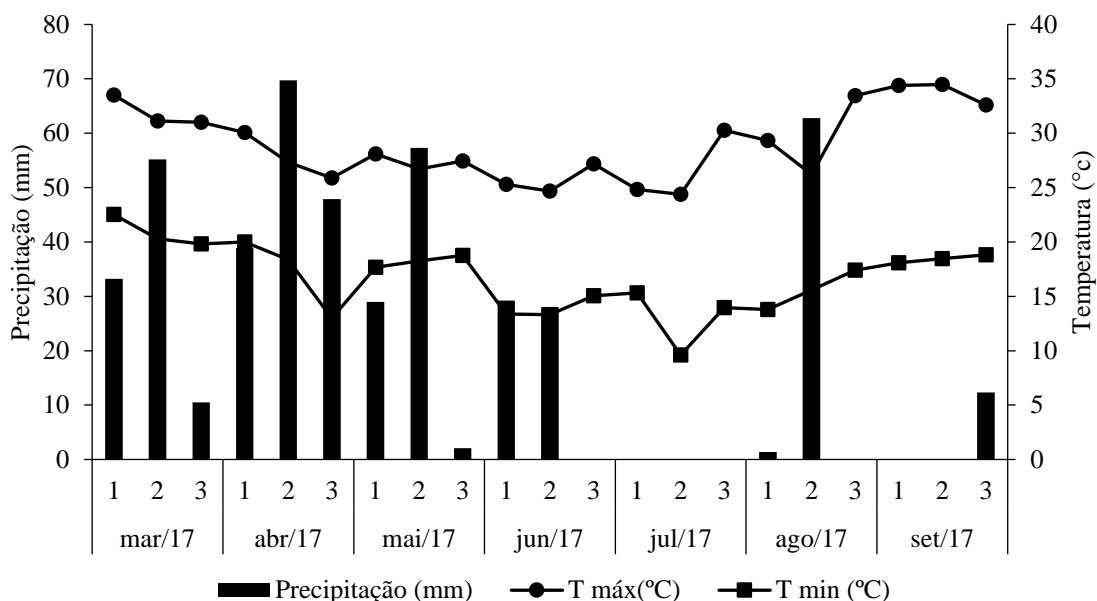


Figura 1. Precipitação pluvial, temperaturas máximas e mínimas por decêndio, no período de março a setembro de 2017, durante as culturas antecessoras. Fonte: Estação Meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados, MS.

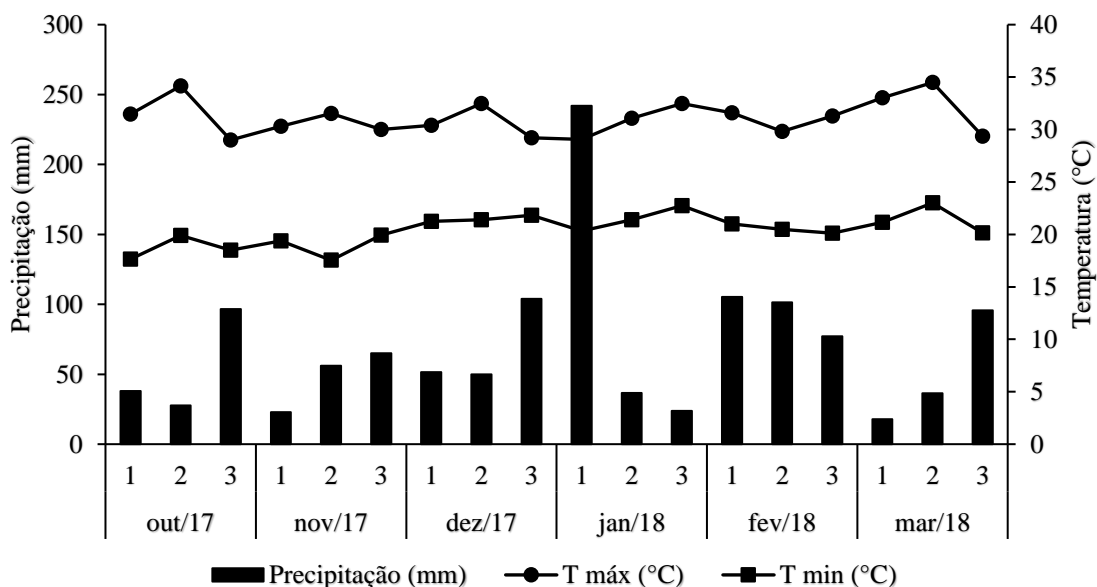


Figura 2. Precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas por decêndio no período de outubro de 2017 a março de 2018, soja. Fonte: Estação Meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados, MS.

### 3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 11 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de diferentes espécies de cobertura antecessora à soja: Milho (*Zea mays* L.), milho+braquiária (*Braquiária*

*brizantha* cv. Ruziziensis), braquiária+ervilhaca peluda (*Vicia villosa*), milheto (*Pennisetum glaucum* L.), canola (*Brassica napus* L.), aveia-preta (*Avena estrigosa*), cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), aveia branca (*Avena sativa*), níger (*Guizothia abyssinica*), ervilhaca+aveia-preta, nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.)+aveia-preta+ervilhaca, semeadas dia 10/04/2017 (Quadro 2). Cada unidade experimental possuía 35 m de comprimento por 15 m de largura, totalizando área de 525 m<sup>2</sup>.

Quadro 2. histórico de tratamentos dos últimos três anos de experimento. Dourados, MS, 2018.

Tratamentos	Outono/inverno 2016	Verão 2016/2017	Outono/inverno* 2017	Verão* 2017/2018
1	Milho	Soja	Milho	Soja
2	Milho +braquiária	Soja	Milho + braquiária	Soja
3	Aveia-branca	Soja	Braquiária+ervilhaca	Soja
4	Braquiária+ crotalária	Milho	Milheto	Soja
5	Ervilhaca +milho	Milho	Canola	Soja
6	Canola	Milho	Aveia preta	Soja
7	Trigo	Milho	Cartamo	Soja
8	Milho+ crotalária	Milho	Aveia branca	Soja
9	Cártamo	Milho	Níger	Soja
10	Crotalária	Milho	Ervilhaca +aveia-preta	Soja
11	Níger	Milho	Nabo+aveia- preta+ervilhaca	Soja

\*Safras utilizadas.

Após o estabelecimento das plantas de cobertura, quantificou-se a fitomassa da parte aérea das culturas antecessoras, sendo a coleta efetuada no florescimento pleno em área conhecida de 0,90 m<sup>2</sup>, cortando-se as plantas rente ao solo, em cada unidade experimental. As amostras colhidas foram acondicionadas em sacos de papel, sendo levadas posteriormente para secagem em estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 60±5°C, até o material atingir massa constante, expressando-se os resultados em t ha<sup>-1</sup>. O manejo das culturas antecessoras foi feito com o uso do implento agrícola rolo faca, proporcionando o acamamento das plantas, complementado com a dessecação próxima a data de implantação da cultura da soja.

A cultivar de soja utilizada foi a Monsoy 6410 IPRO, semeada no dia 22/10/2017, utilizando semeadora-adubadora, com sete linhas, espaçadas entre si a 0,45 m, na densidade de semeadura de 13 plantas m<sup>-1</sup>. A adubação de semeadura foi de 400 kg ha<sup>-1</sup> do adubo NPK formulado 05-25-06 + 140 kg por hectare de cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O) em cobertura. As sementes continham tratamento industrial e foram co-inoculadas com *Bradyrhizobium* (200 ml) e *Azospirillum brasiliense* (100ml)+ *trichoderma* (100 ml). O controle de plantas daninhas foi realizado com o herbicida glifosato (3 L ha<sup>-1</sup>). Para o controle de insetos foi feito em duas etapas, com a aplicação dos ingredientes ativos: tiametoxam+lambdacialotrina (0,25 L ha<sup>-1</sup>) e

imidacloprido+bifentrina (0,4 L ha<sup>-1</sup>) . Foram feitas duas aplicações de fluxapiraxade +piraclostrobina (0,35 L ha<sup>-1</sup>) no início do estágio reprodutivo com intervalo de 15 dias, para controle de doenças fúngicas.

A colheita da soja foi realizada no dia 23 de fevereiro de 2018.

### 3.3 Determinações

Foram realizadas as seguintes determinações para a cultura da soja:

**Acúmulo de matéria seca:** nos estádios V2, V5, R2, R5, R6 e R7, coletou-se amostras da parte aérea de cinco plantas sequenciais, aleatoriamente em cada parcela e estágio fenológico. As plantas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingirem massa constante para quantificação da massa da matéria seca.

**Altura de planta:** determinada no momento da colheita, medindo-se dez plantas ao acaso dentro de cada parcela, com régua graduada em centímetros, desde o nível do solo até o ápice da planta.

**Número de ramificações por planta:** na ocasião da colheita foram selecionadas cinco plantas ao acaso por parcela e anotado o número de ramificações por planta.

**Inserção da primeira vagem:** antes da colheita, a altura da inserção foi determinada em dez plantas ao acaso dentro de cada parcela, com régua graduada em centímetros, tomando-se a distância desde o nível do solo até a inserção da primeira vagem.

**Número de vagens por planta:** antes da colheita, foram amostradas dez plantas por parcela para, em seguida, realizar-se a contagem do número de vagens de cada planta, com os valores médios representando o número de vagens por planta.

**Produtividade:** foi determinada, após a maturidade fisiológica, amostrando-se quatro áreas de 4,5 m<sup>2</sup>, dentro de cada parcela. Após a trilha das plantas em trilhadeira estacionária e limpeza dos grãos, os mesmos foram pesados em balança digital, corrigindo-se o grau de umidade para 13%.

**Massa de mil grãos:** após determinação da produtividade, a massa de 1000 grãos foi determinada de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância. As comparações das médias foram feitas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Fitomassa das culturas antecessoras

Para a produção de fitomassa seca da parte aérea das plantas cultivadas no outono-inverno, a análise de variância mostrou que houve diferença entre os tratamentos. A utilização de gramíneas, oleaginosas e consórcios, com relação a quantidade de fitomassa seca, variou de acordo com as espécies presentes durante a safra (Quadro 3).

Quadro 3. Análise de variância dos dados de produção de fitomassa seca ( $t\ ha^{-1}$ ) da parte aérea das plantas das culturas antecessoras na safra 2017.

FV	QM	CV (%)	Teste F
<b>Tratamento</b>	36,679	14,87	0,0001*
<b>Bloco</b>	4,016		0.0832 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo</b>	0,854		

\* significativo, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F.

As maiores produtividades de fitomassa da parte aérea das plantas foram obtidas com as culturas de milho e milho+ braquiária, alcançando os valores de 10,98 e 11,13  $t\ ha^{-1}$  respectivamente (Figura 3).

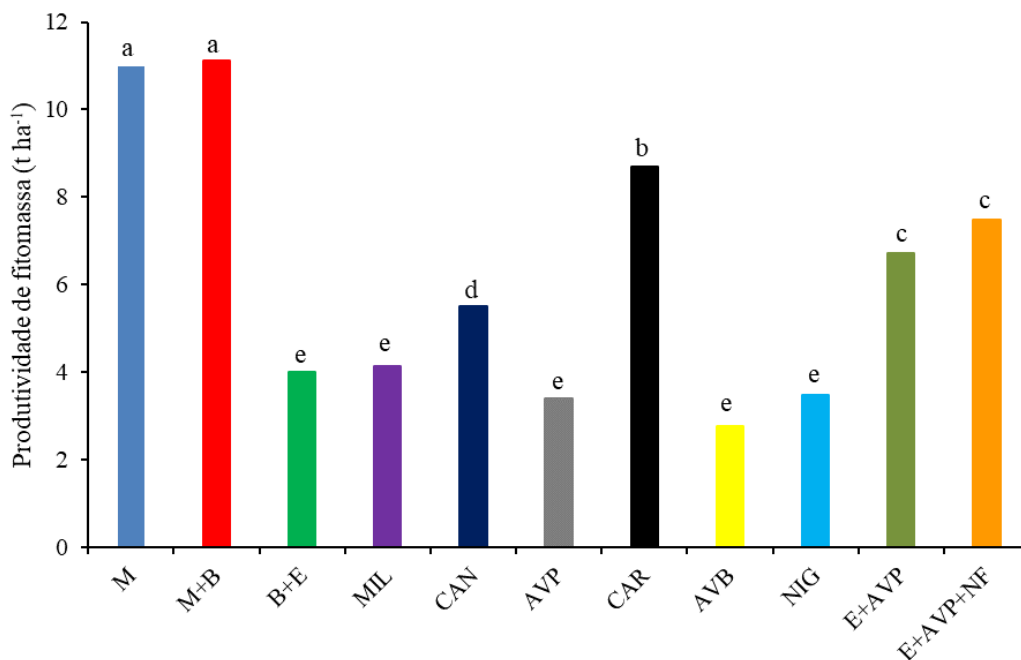


Figura 3. Produção de fitomassa ( $t\ ha^{-1}$ ) das culturas de outono-inverno de 2017. Dourados-MS.

As características morfológicas e fisiológicas do milho influenciam diretamente em seu acúmulo de fitomassa, apresentam boa tolerância a escassez de

água e a altas temperaturas, sendo mais flexível às adversidades climáticas e a diferentes tipos de solo (DANTAS et al., 2011).

O consórcio milho+ braquiária apresenta bom desempenho em condições de campo, alia as características do milho e da braquiária com a capacidade de perfilhamento, sistema radicular desenvolvido, crescimento e adaptação à região, alcançando assim maior produção de fitomassa.

As menores produtividades de fitomassa seca foram obtidas com as culturas de milheto ( $4,10 \text{ t ha}^{-1}$ ), aveia-preta ( $3,40 \text{ t ha}^{-1}$ ), aveia-branca ( $2,77 \text{ t ha}^{-1}$ ), níger ( $3,49 \text{ t ha}^{-1}$ ) e braquiária + ervilhaca ( $4,14 \text{ t ha}^{-1}$ ). Demonstra-se que, esses tratamentos podem ser mais vulneráveis a períodos de menor precipitação pluvial e oscilação de temperatura.

A baixa precipitação pluvial influenciou negativamente o desempenho das plantas de cobertura, que ocorreu no terceiro decêndio de maio, terceiro decêndio de junho e primeiro decêndio de julho de 2017 (Figura 1), momento em que todas as culturas se encontravam em crescimento e início do período reprodutivo.

Destaca-se o bom desempenho de quase todos os consórcios, que se tornam alternativa interessante para aumentar a produção de fitomassa. Esse fato possivelmente está relacionado com a interação imposta entre as espécies consorciadas. Portanto, a escolha das espécies para cultivo e o estabelecimento da proporção adequada de cada espécie no consórcio contribui para maximizar a produção de fitomassa, adição de carbono e nutrientes ao solo (GIACOMINI et al., 2003). Apenas o consórcio braquiaria+ ervilhaca não obteve bons resultados, por serem duas culturas com alta capacidade competitiva, necessitam de estudos para o ajuste populacional.

Doneda et al. (2012), avaliando a produção de fitomassa e a decomposição de resíduos culturais de plantas de cobertura no outono/inverno, em culturas solteiras (Centeio, aveia-preta, ervilha forrageira e nabo forrageiro) e consorciadas (Centeio + ervilha forrageira, centeio + nabo forrageiro, centeio + ervilhaca forrageira, aveia + nabo forrageiro e aveia + ervilhaca comum), antecedendo a cultura do milho no sistema plantio direto, concluíram que o consórcio entre leguminosas e crucífera com gramíneas resultou em maior produção de fitomassa e menor velocidade de decomposição dos resíduos culturais em relação ao cultivo de culturas puras. O acúmulo de nitrogênio pelos consórcios foi similar ao da

ervilhaca forrageira e do nabo forrageiro em cultivo solteiro e superior ao da aveia e centeio.

Cortez et al. (2008) consideram que espécies como aveia-branca, nabo forrageiro, crotalaria spectabilis e ervilhaca peluda proporcionam benefícios ao sistema produtivo quando são inseridas na rotação com soja e milho, por serem importantes na reciclagem de nutrientes, que são disponibilizados gradualmente para as culturas sucessoras.

A escolha de espécies de plantas para cobertura do solo, depende da persistência de seus resíduos após o manejo, ou seja, deve-se preferir o uso do consórcio entre gramíneas e oleaginosas, afim de garantir o equilíbrio dos benefícios, com a elevada quantidade de palha e maior ciclagem de nutrientes. Portanto, a escolha e a execução correta do manejo a ser adotado são determinantes na formação e manutenção da cobertura vegetal do solo e nos benefícios dela decorrentes (PIRES et al., 2015). Franchini (2014) destaca que a baixa produção de fitomassa não inviabiliza a cultura estudada, pois, a espécie pode trazer benefícios físico-químicos para a cultura posterior.

#### 4.2. Componente de crescimento e produtividade da soja

A análise de variância indicou que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos apenas para altura de planta. As variáveis massa da matéria seca, altura da inserção da primeira vagem, ramificações por planta, número de vagens por planta, produtividade e massa de mil grãos não diferiram entre si (Quadro 4).

Quadro 4. Análise de variância dos dados de massa da matéria seca, altura de planta, ramificações por planta, altura de inserção de vagem, número de vagens por planta, massa de mil grãos e produtividade de soja em função das culturas antecessoras na safra 2017/18. Dourados – MS, 2018.

Variáveis	Quadrado Médio				
	Bloco	Tratamento	Resíduo	CV(%)	Teste F
Massa da matéria seca	1,07	17,07	7,81	9,77	0.8393 <sup>ns</sup>
Altura de planta	108,87	70,46	24,50	4,20	0.0074*
Ramificações por planta	0,60	0,82	0,38	31,20	0.0395 <sup>ns</sup>
Inserção de vagem	0,18	5,19	3,71	8,96	0.2123 <sup>ns</sup>
Número de vagens por planta	380,43	134,96	59,08	13,04	0.0285 <sup>ns</sup>
Massa de mil grãos	354,38	34,36	67,23	4,92	0.8932 <sup>ns</sup>
Produtividade	783217	240205	193750,29	8,99	0.3042 <sup>ns</sup>

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F.

As condições de precipitação pluvial e temperatura na safra 2017/18, foram consideradas adequadas para as necessidades da cultura de soja (Figura 2).



Assim, tanto os totais de precipitação quanto os de temperatura média ficaram dentro dos parâmetros ideais para o desenvolvimento de seu ciclo, influenciando diretamente no desempenho de todos os tratamentos testados, causando efeito positivo. Segundo Farias et al. (2007), a temperatura ideal para que a soja tenha seu pleno desenvolvimento deve ser em torno de 30°C. A necessidade total de água varia entre 450 e 800 mm, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração de seu ciclo. O ciclo fenológico da soja está relacionado com o acúmulo decendial das chuvas, onde a cultura consegue expressar seu máximo potencial produtivo, quando supre sua necessidade de água no decorrer da safra (CARMELLO e SANT'ANNA NETO, 2016).

A massa da matéria seca da parte aérea da cultura da soja, não apresentou diferença significativa por estágio da planta de soja, apresentando semelhanças nos padrões de acúmulo em cada um (Quadro 5).

Quadro 5. Massa da matéria seca da planta de soja por estágio de desenvolvimento, Dourados, 2018.

Tratamentos <sup>1</sup>	Massa da matéria seca (g planta <sup>-1</sup> )					
	V2	V5	R2	R5	R6	R7
M	1,04 <sup>ns</sup>	9,77 <sup>ns</sup>	12,00 <sup>ns</sup>	24,45 <sup>ns</sup>	32,95 <sup>ns</sup>	28,95 <sup>ns</sup>
M+B	1,06	9,71	12,30	21,87	30,37	26,37
B+E	1,03	9,70	12,72	22,33	30,83	26,83
MIL	1,03	10,14	13,19	24,47	32,97	28,87
CAN	1,10	9,79	13,04	21,06	29,56	25,56
AVP	1,09	9,96	12,67	22,67	31,17	27,17
CAR	1,10	9,72	12,85	26,08	32,08	30,58
AVB	1,05	10,01	13,46	26,39	34,89	30,89
NIG	1,06	10,16	12,91	28,44	36,92	32,92
E+AVP	1,00	10,11	11,78	24,66	33,16	27,97
E+AVP+NF	1,01	10,35	11,86	23,09	31,59	27,23
<b>CV (%)</b>	<b>8,8</b>	<b>7,63</b>	<b>10,11</b>	<b>11,8</b>	<b>8,64</b>	<b>9,77</b>

<sup>ns</sup> Médias dos tratamentos não diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Milho (M); milho+braquiária (M+B); braquiária+ervilhaca (B+E); milheto (MIL); canola (CAN); aveia-preta (AVP); cártamo (CAR); aveia-branca (AVB); niger (NIG); ervilhaca+aveia-preta (E+AVP); ervilhaca+aveia-preta+nabo forrageiro (E+AVP+NF).

O acúmulo de massa da matéria seca das plantas de soja é mais lento nos primeiros estádios, onde as folhas em desenvolvimento são o principal órgão responsável pela fotossíntese. A partir desse período, observa-se o crescimento de novas estruturas, caracterizado pelo início da ramificação e formação de vagens. No intervalo compreendido entre R5 e R6, as plantas encontravam-se no período de enchimento dos grãos, apresentando folhas maduras, como fonte mais eficiente de produzir fotoassimilados, além de suas próprias necessidades (TAIZ et al., 2017).

O máximo acúmulo de matéria seca foi atingido no estágio R6, com média entre tratamentos de 32,52 g plantas<sup>-1</sup> de massa seca total. Nesse estágio ocorre maior atividade metabólica, dentre elas a redistribuição de nutrientes e matéria seca entre os órgãos da planta, caracterizando o período de enchimento de grãos. Os grãos, considerados drenos, caracterizam-se por serem órgãos que não realizam fotossíntese, na fase reprodutiva a produção e transporte dos fotoassimilados se direciona para os grãos, em quantidades suficientes para suas exigências de crescimento e armazenamento (FLOSS, 2011; TAIZ et al., 2017).

Quando a cultura da soja está no estágio R7, há uma diminuição no acúmulo de matéria seca, pois em parte ocorre o amarelecimento e senescência das folhas. Oliveira Junior et al. (2014), trabalhando com soja de crescimento indeterminado, cultivar BRS 360 RR, com ciclo de 120 dias, constataram que o período de máximo acúmulo total de matéria seca ocorreram em média nos 98 dias. Vale ressaltar, que o período de máximo de acúmulo total de matéria seca varia conforme o ciclo de cada cultivar. Segundo Zanon et al. (2015), o ponto máximo de área foliar para cultivares de crescimento indeterminado ocorre em R5, resultando em maior produção de fotoassimilados, para acúmulo e enchimento de grãos. A análise da massa da matéria seca de soja durante seus estágios de desenvolvimento permitiu monitorar os tratamentos, com o intuito de perceber possíveis efeitos, antes da colheita, que possa refletir na produtividade final.

Para a altura de planta, observou-se uma correlação positiva com a densidade populacional utilizada (260.000 plantas por ha), neste experimento não houve ocorrência de acamamento, resultado este que pode estar associado à característica e padrão de crescimento da cultivar. As menores alturas de plantas de soja foram obtidas nos tratamentos contendo milho, milho +braquiária e niger, com 113,7, 113,0 e 114,5 cm de altura, respectivamente (Quadro 6).

Quadro 6. Altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de ramificações, número de vagens por planta soja em função da cultura antecessora. Dourados, 2018.

Tratamentos <sup>1</sup>	Altura de planta (cm)	Inserção da vagem (cm)	Ramificações (n°)	Vagens por planta (n°)
M	113,7 b	21,2 a	2,0 a	58,2 a
M+B	113,0 b	21,7 a	2,2 a	57,7 a
B+E	122,0 a	23,7 a	1,2 a	57,0 a
MIL	124,0 a	22,5 a	1,5 a	51,7 a
CAN	120,5 a	22,0 a	1,7 a	58,2 a
AVP	119,2 a	20,0 a	2,0 a	59,2 a
CAR	118,0 a	21,5 a	1,5 a	54,2 a
AVB	120,7 a	22,2 a	2,2 a	62,0 a
NIG	114,5 b	19,5 a	2,0 a	63,0 a
E+AVP	117,0 a	20,0 a	2,2 a	60,0 a
E+AVP+NF	117,6 a	22,3 a	1,6 a	53,0 a
<b>CV (%)</b>	<b>4,20</b>	<b>8,96</b>	<b>31,20</b>	<b>13,04</b>

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Milho (M); milho-braquiária (M+B); braquiária+ervilhaca (B+E); milheto (MIL); canola (CAN); aveia-preta (AVP); cártamo (CAR); aveia-branca (AVB); niger (NIG); ervilhaca+aveia-preta (E+AVP); ervilhaca+aveia-preta+nabo forrageiro (E+AVP+NF).

Franchini (2014) destaca que a altura de planta, altura de inserção de vagens e o número de ramificações por planta é característica genética do cultivar, e seu resultado pode ser influenciado pelo ambiente.

Em todos os tratamentos a altura de inserção da primeira vagem foi superior a 18 cm, o que possibilita colheita mecanizada, uma vez que os valores estão acima dos padrões mínimos exigidos para tal operação.

Borém (2000) constatou que alturas acima de 15 cm, evitam perdas de vagens durante a colheita mecanizada, melhora a pureza dos grãos colhidos, além de aumentar a eficiência da colheitadeira.

O número de ramificações por planta é influenciado pela competição intra-específica das plantas de soja pelos fatores do ambiente e a característica da cultivar, fazendo com que a planta direcione a maior parte dos fotoassimilados para o crescimento do ramo principal, aumentando a altura da planta e diminuindo a emissão de ramificações laterais (MAUAD et al., 2010). No experimento foi utilizada a mesma população de plantas e mesma cultivar para todos os tratamentos, não obtendo diferenças estatísticas no número de ramificações por plantas.

O número de vagens por planta obtido no experimento variou de 53 a 63 vagens, é diretamente influenciado pelos fatores que afetam o crescimento e ramificação da planta. Mancin et al. (2009) relatam que devido a competição entre

plantas, normalmente as variedades apresentam em torno de 30 a 70 vagens, confirmando os resultados obtidos.

Valicheski et al. (2012) ao avaliarem as coberturas de nabo e aveia-preta sob diferentes níveis de compactação do solo, não constataram diferenças no número de vagens e na produtividade de soja. Corroborando com os resultados encontrados por Forte et al. (2018), que ao avaliar coberturas vegetais do solo, manejo de cultivo e suas contribuições para as culturas agrícolas, também concluíram que não há diferenças para número de vagens por planta.

A massa de mil grãos não foi afetadas significativamente pelos diferentes tratamentos (Quadro 7). A massa de mil grãos é considerada um fator com influência genética, o uso da mesma cultivar reduz a possibilidade de diferença entre eles. Oliveira et al. (2013) também não encontraram diferenças na massa de mil grãos de soja cultivada após diferentes culturas antecessoras de outono-inverno. A massa de mil grãos como componente de produção, é o que apresenta menor variação decorrente do ambiente de cultivo, pois a planta prioriza a conservação da espécie (FRANCHINI, 2014).

Quadro 7. Massa de mil grãos e produtividade de grãos de soja em função da cultura antecessora na safra. Dourados, 2018.

Tratamentos <sup>1</sup>	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
M	167,41 a	4775 a
M+B	161,78 a	4747 a
B+E	169,84 a	4800 a
MIL	168,87 a	4801 a
CAN	162,94 a	4989 a
AVP	169,06 a	5127 a
CAR	167,32 a	4978 a
AVB	170,72 a	5327 a
NIG	167,03 a	4457 a
E+AVP	164,31 a	5237 a
E+AVP+NF	161,46 a	4879 a
<b>CV (%)</b>	<b>4,92</b>	<b>8,99</b>

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Milho (M); milho+braquiária (M+B); braquiária+ervilhaca (B+E); milheto (MIL); canola (CAN); aveia-preta (AVP); cártamo (CAR); aveia-branca (AVB); niger (NIG); ervilhaca+aveia-preta (E+AVP); ervilhaca+aveia-preta+nabo forrageiro (E+AVP+NF).

De modo geral, a cultivar teve desempenho produtivo médio de 4.893 kg ha<sup>-1</sup>, superior à média nacional do Brasil, do Centro-Oeste e do Mato Grosso do Sul,

que foram de 3.276, 3.338 e 3.485 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, na safra 2017/2018 (CONAB, 2018).

Os tratamentos contendo plantas de cobertura do solo, mesmo com oscilação entre eles, não influenciaram de forma significativa a produtividade de soja. Este resultado deve-se ao fato da cultura da soja possuir mecanismos compensatórios que reduzem a influência expressiva da cultura antecessora. A fixação biológica do nitrogênio é um bom exemplo de mecanismo, onde a interação simbiótica entre a soja e o bactérias do gênero *Bradyrhizobium* trazem benefícios mutuos, aliado a condições climáticas favoráveis reduz a diferença entre os tratamentos (HUNGRIA et al., 1994).

Considerando a relevância da oscilação de produtividade, nota-se que os tratamentos contendo aveia-branca, aveia-preta e ervilhaca+aveia, alcançou níveis de produtividade acima de 5000 kg ha<sup>-1</sup>. Demonstrando vantagens no uso de cultivares de aveia- preta e aveia-branca, pois, apesar de estarem entre as culturas solteiras de menor desempenho na produção de fitomassa da parte aérea (figura 3), não inviabilizou o uso da cultura. Trazendo benefícios físico-químicos que possivelmente são responsáveis por garantir bons resultados na cultura da soja.

Comparando com trabalhos anteriores realizados no mesmo experimento, nota-se que ocorreu uma evolução gradativa de produtividade, devido a melhorias da fertilidade solo a medida que o sistema plantio direto vai se consolidando. Tal afirmação deve-se aos resultados obtidos com a pesquisa de Freitas (2014), a qual não observou diferenças entre os tratamentos, com produtividades médias de 3564 kg ha<sup>-1</sup> e 2230 kg ha<sup>-1</sup> nos anos agrícolas de 2010/2011 e 2011/2012, respectivamente. Nos anos agrícolas 2013/14 e 2014/2015 a produtividade média do experimento nas safras foi de 2.769 kg ha<sup>-1</sup> e 2.615 kg ha<sup>-1</sup>, observando diferença significativa das culturas antecessoras apenas para produtividade de grãos, sendo que a soja semeada em sucessão ao tratamento pousio apresentou menores produtividade, 1809 kg ha<sup>-1</sup> e 1988 kg ha<sup>-1</sup>, diferindo nos dois anos avaliados (PILETTI, 2016).

Ubida (2017) obteve produtividade superior a 4500 kg ha<sup>-1</sup> na safra de 2015/2016, relatando que a soja semeada em sucessão as culturas do milho, milho + braquiaria, braquiara + ervilhaca, milho+ crotalária, cártamo e níger apresentam maiores produtividades.

Em outros experimentos, Debiasi et al. (2010), avaliando o efeito de coberturas de inverno e da descompactação mecânica do solo sobre o desempenho de

soja e milho, em sistema de plantio direto, não encontraram diferença significativa entre as diferentes plantas de cobertura testada antecedendo o cultivo de soja. Do mesmo modo, Wolschick (2014) avaliando o desempenho de plantas de cobertura, atributos do solo e o acúmulo de nutrientes, bem como reflexos na produtividade de milho e soja, não encontraram diferença na produtividade de soja, a qual variou entre 4.000 e 4.700 kg ha<sup>-1</sup>. Segundo Krenchinski et al. (2018), a produtividade da soja aumenta quando cultivada em sucessão às culturas de cobertura de inverno, com melhora dos resultados após o segundo ano de adoção do sistema.

## **5. CONCLUSÕES**

1. A culturas antecessoras influenciam positivamente no crescimento da soja.
2. A cultura antecessora não influencia nos componentes de produção e nem na produtividade da soja.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPES, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AMBROSANO, E. J.; GUIRALDO, N.; CANTARELLA, H.; ROSSETTO, R.; MENDES, P. C. D.; ROSSI, F.; AMBROSANO, G. M. B.; AREVALO, R. A.; SCHAMMAS, E. A.; JUNIOR, I. A.; FOLTRAN, D. E. **Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto**. Piracicaba, KP Potafós. 2005. 16p. (Encarte do informações agrônômicas n° 112).
- ANDRADE, R. S.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.4, p. 411-418, 2009.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N.; JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24,n. 4, p. 867-874. 2000.
- BORÉM, A. Escape gênico: os riscos do escape gênico da soja no brasil. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília-DF,v. 10, p. 101-107, 2000.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. Regras para análise de sementes. 395 p., 2009.
- BURLE, M. L.; CARVALHO, A. D.; AMABILE, R. F.; PEREIRA, J. Caracterização das espécies de adubo verde. **In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. Cerrado: adubação verde**. Planaltina: Embrapa cerrados, 2006. p.71-142.
- CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milheto e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 77-86, 2010.
- CARMELLO, V.; SANT'ANNA NETO, J. L. Rainfall Variability and Soybean Yield in Paraná State, Southern Brazil. **International Journal of Environmental & Agriculture Research**, v. 2, n. 1, p. 86-97, 2016.
- CARVALHO, R.; SILVA, M. L. N.; AVANZI, J. C.; CURI, N.; SOUZA, F. S. de. Erosão hídrica em Latossolo Vermelho sob diversos sistemas de manejo do cafeeiro no sul de Minas Gerais. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 1679-1687, 2007.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Compêndio de Estudos Conab, **6º levantamento de safra**. V. 1, Brasília: Conab, 2017.



CONAB, 2018 Companhia Nacional de Abastecimento. **7º levantamento de safra**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>. Acesso em: 19 Out. 2018.

CORREIA, N. M.; GOMES, L. J. P. Sobressemeadura de soja com *Urochloa ruziziensis* e a cultura do milho em rotação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, p. 1017-1026, 2015.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C. **Produção de massa por culturas implantadas em rotação no SPD de soja e milho**. 2008. Disponível em <[http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont\\_int&id=879](http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=879)> Acesso em 11 Nov. 2018.

CRUSCIOL, C. A. C.; MORO, E.; LIMA, E. do V.; ANDREOTTI, M. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. **Bragantia**, v. 67, p. 481-489, 2008.

DANTAS, C. V. S.; SILVA, I. B.; PEREIRA, G. M.; MAIA, J. M.; LIMA, J. P. M. S.; MACEDO, C. E. C. Influência da sanidade e deficit hídrico na germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 574-582, 2011.

DEBIASI, H.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; CONTE, O.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 45, p. 603-612, 2010.

DINIZ, F. O.; REIS, M. S.; DIAS, L. A. dos S.; ARAÚJO, E. F.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C. A. Physiological quality of soybean seeds of cultivars submitted to harvesting delay and its association with seedling emergence in the field. **Journal of Seed Science**, v. 35, p. 147-152, 2013.

DONEDA, A.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; MIOLA, E. C. C.; GIACOMINI, D. A.; SCHIRMANN, J.; GONZATTO, R. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1714-1723, 2012.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Embrapa soja, Londrina, Circular Técnica, 48, 9 p., 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FILHO, O. F. L.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D.; **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. V.1. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 507 p.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. 5. Ed. Editora:UPF, Passo Fundo, RS, 2011. 733 p.

FORTE, C. T.; GALON, L.; BEUTLER, A. N.; PERIN, G. F.; PAULETTI, E. S. S.; BASSO, F. J. M.; HOLZ, C. M.; SANTIN, C. O.; Coberturas vegetais do solo e manejo de cultivo e suas contribuições para as culturas agrícolas, **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 13, n. 1, e5501, 2018.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. **In: Embrapa Soja, Documentos**. 327. ed. Londrina: CNPSo, 2011. p. 52.

FRANCHINI, R. G. **Rotação de culturas com oleaginosas e gramíneas na produção de soja e milho**. 98 f. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

FREITAS, M. E. **Rotação e sucessão de culturas com ênfase em oleaginosas de outono-inverno em plantio direto**. 83 f. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

FUNDAÇÃO MT. **Dessecação antecipada da soja gera perdas na colheita**. 2014. Disponível em: <<http://www.fundacaomt.com.br/noticia/dessecao-antecipada-da-soja-gera-perdas-na-colheita>>. Acesso em: 02 Fev. 2018.

GHAMARNIA, H.; GOLAMIAN, M.; SEPEHRI, S.; ARJI, I. Shallow groundwater use by safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in a semi-arid region. **Irrigation science**, v. 29, n. 2, p. 147-156, 2011.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 325-334, 2003.

GOMES, R. F.; SILVA, A. G. da; ASSIS, R. L.; PIRES, F. R. Efeito de doses e época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p. 931-938, 2007.

HECKLER, J. C.; SALTON, J. C. Palha: Fundamento do Sistema Plantio Direto. **In: Coleção Sistema Plantio Direto**. 7. Ed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 26 p. 2002.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T.; SUHET, A. R.; PERES, J. R. R. Fixação biológica do nitrogênio na soja. In: ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Microorganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa-SPI, p. 9-89, 1994.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Desempenho de culturas anuais sobre palhada de braquiária. **In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR H. Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, cap. 18, p. 499-522, 2003.

KRENCHINSKI, F. H.; CESCO, V. J. S.; RODRIGUES, D. M.; ALBRECHT, L. P.; WOBETO, K. S.; ALBRECHT, A. J. P. Desempenho agronômico de soja cultivada em sucessão a espécies de cobertura de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 8, p. 909-917, 2018.

LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; TARSITANO, M. A. A.; DE SÁ, M. E.; GOMES JÚNIOR, F. G.; viabilidade econômica da rotação de culturas e adubos verdes antecedendo o cultivo do milho em sistema de plantio direto em solo de cerrado, **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 3, p. 298-307, 2005.

LEMAIRE, G.; RYSCHAWY, J.; CARVALHO, P. C. F. Agricultural intensification and diversity for reconciling production and environment. Role of integrated crop-livestock systems, **In: Food Security and Nature Conservation: Conflicts and Solutions**. Routledge, 368 p. 2015.

MANCIN, C. R.; SOUZA, L. C. F.; NOVELINO, J. O.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Desempenho agronômico da soja sob diferentes rotações e sucessões de culturas em sistema plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 71-77, 2009.

MATSON, P. A.; PARTON, W. J.; POWER, A. G.; SWIFT, M. J. Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science**, v. 277, n. 5325, p. 504-509, 1997.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

MAUAD, M.; GARCIA, R. A.; SILVA, R. M. M. F.; DA SILVA, T. A. F.; SCHROEDER, I. M.; KNUDSEN, C. H.; QUARESMA, E. V. W. Produção de matéria seca e acúmulo de macronutrientes na parte aérea das plantas de Níger. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, 2015.

MORAIS, L. K.; MOURA, M. F.; VENCOVSKY, R.; PINHEIRO, J. B. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja avaliada pelo método de Toler. **Bragantia**, v. 67, p. 275-284, 2008.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626 p.

OLIVEIRA, P.; NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J. Soybean growth and yield under cover crops. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 2, p. 249-256, 2013.

OLIVEIRA JUNIOR, A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; FOLONI, J. S. S. Marcha de absorção e acúmulo de macronutrientes em soja com tipo de crescimento indeterminado. In: Reunião de pesquisa de soja. 2014, Londrina. **Resumo expandido**. Londrina: Embrapa Soja, p. 133-136, 2014.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCOPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em

sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 815- 823, 2008.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P. T. S. de; RODRIGUES, D. B. B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em Latossolo Vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1777- 1785, 2011.

PEDROSO, F. F. **Desempenho agrônômico da soja em sucessão com espécies oleaginosas**. 39 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

PEREIRA, A. C.; DA SILVA, G. Z.; CARBONARI, M. E. E.; **Sustentabilidade, responsabilidade social e meio ambiente**. 1. ed. Editora Saraiva, 2011. 203 p.

PILETTI, L. M. M. da S. **Desempenho agrônômico de milho e soja em diferentes sistemas de rotação de culturas**. Dourados. 76 f. 2016. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

PIRES, F. R.; ASSIS, R. L.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, G. P.; MORAES, L. L.; RUDOVALHO, M. C.; BÔER, C. A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, v. 55, n. 2, p. 94-101, 2015.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; BECQUER, T.; BALBINO, L. C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 115-122, 2008.

SANTOS, H. G.; JACOBINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2013. 360p.

SILVA, A. A. da; GALON, L.; FERREIRA, F. A.; TIRONI, S. P.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F. da; ASPIAZÚ, I.; AGNES, E. L. Sistema de Plantio Direto na Palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Revista ceres**, Viçosa, v. 56, n. 306, p. 496-506, 2009.

SIMIDU, H. M.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; ABRANTES, F. L.; SILVA, M. P.; ARF, O. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região do Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 309-315, 2010.

SOUZA, L. C. F.; PEDROSO, F. F.; PILETTI, L. M. M. S.; SECRETTI, M. L. Desempenho agrônômico da soja em sucessão de culturas com espécies de oleaginosas. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 4, p.112-126, 2015.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos

físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 3, p. 533-542, 2004.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M. **Influência de sistemas de rotação de culturas nos atributos físicos do solo**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 15p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, M. I.; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal**. 6. ed, Porto Alegre: Artemed, 2017. 858p.

TANAKA, K. S., SOUZA, L. C. F., FREITAS, M. E.; DARBELLO, L. T., RECH, J., ODY, G. A. Desempenho agrônomico do milho em sucessão às culturas da canola, do nabo forrageiro, do girassol, do niger e do crambe no sistema plantio direto. In: V Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel. Biodiesel: inovação e desenvolvimento regional. **Anais...** Lavras: UFLA, v. 1 p. 575-576, 2012.

TARTARI, D. T.; NUNES, M. C. M.; SANTOS, F. A. S.; FARIA JUNIOR, C. A.; SERAFIM, M. E. Perda de solo e água por erosão hídrica em Argissolo sob diferentes densidades de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 3, p. 85-93, 2012.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J. de; SILVA, C. A.; ANDRADE, M. J. B. de; PEREIRA, J. M. Liberação de macronutrientes das palhadas de milho solteiro e consorciado com feijão de porco sob cultivo de feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, 2010.

UBIDA, R. B. **Produtividade da soja em sucessão a gramíneas e oleaginosas no sistema plantio direto**. 42 f. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

VALICHESKI, R. R.; GROSSKLAUS, F.; STÜRMER, S. L. K.; TRAMONTIN, A. L.; BAADE, E. S. A. S. Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 9, p. 969–977, 2012.

WOLSCHICK, N. H. **Desempenho de plantas de cobertura e influência nos atributos do solo e na produtividade de culturas em sucessão**. 2014. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages – Santa Catarina.

XAVIER, T. da S.; DARONCH, D. J.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; CARVALHO, E. V. de; SANTOS, W. F. dos. Época de colheita na qualidade de sementes de genótipos de soja. **Comunicata Scientiae**, v. 6, p. 241-245, 2015.

ZANON, A. J.; STRECK, N. A.; RICHTER, G. L.; BECKER, C. C.; ROCHA, T. S. M.; CERA, J. WINCK, J. E. M.; CARDOSO, A. P.; TAGLIAPIETRA, E. L.; WEBER, P. S. Contribuição das ramificações e a evolução do índice de área foliar em cultivares modernas de soja. **Bragantia**, v. 74, n. 4, p. 279-290, 2015.

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; BALIN, N. M.; CANDIOTTO, G.; GARMUS, T. G. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, p. 374-382, 2015.