

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SUCESSÃO A
GRAMÍNEAS E OLEAGINOSAS NO SISTEMA PLANTIO
DIRETO**

RODRIGO BALTAZAR UBIDA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017**

**PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SUCESSÃO A
GRAMÍNEAS E OLEAGINOSAS NO SISTEMA PLANTIO
DIRETO**

RODRIGO BALTAZAR UBIDA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Dr. LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, para obtenção do Título de Mestre.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

U15p Ubida, Rodrigo Baltazar
PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SUCESSÃO A GRAMÍNEAS E
OLEAGINOSAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO / Rodrigo Baltazar Ubida
-- Dourados: UFGD, 2017.
42f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias,
Universidade Federal da Grande Dourados.
Inclui bibliografia

1. sistema de plantio direto. 2. rotação de cultura. 3. oleogionasas. I. 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.

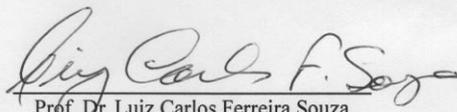
**PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SUCESSÃO A GRAMÍNEAS E
OLEAGINOSAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO**

por

RODRIGO BALTAZAR UBIDA

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

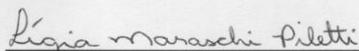
Aprovada em: 08 / 08 / 2017



Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira Souza
UFGD/FCA
(Orientador)



Profa. Dra. Márlene Estevão Marchetti
UFGD/FCA



Profa. Dra. Lígia Maria Maraschi da Silva Piletti
IFMS

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre estar ao meu lado nas horas mais difíceis, me abençoando e me dando sabedoria.

Aos meus pais Sônia das Graças Baltazar e Adolpho Ubida Junior, que não mediram esforços para que eu chegasse até essa etapa da minha vida. Sempre me apoiaram com muito amor neste período acadêmico.

À minha esposa Leda Roberta Grunwald, pois sempre me deu forças para continuar.

À Universidade Federal da Grande Dourados, à Faculdade de Ciências Agrárias e à coordenação do curso de Mestrado pela oportunidade.

E, em especial, ao Professor Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza pela paciência na orientação e incentivo, que tornaram possível a conclusão dessa dissertação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	09
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.2. SISTEMA PLANTIO DIRETO - SPD.....	12
2.3. ROTAÇÃO DE CULTURAS.....	14
2.4. ESPÉCIES PARA A COBERTURA DO SOLO.....	15
2.4.1. GRAMÍNEAS	17
2.4.2. LEGUMINOSAS	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5. CONCLUSÃO.....	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SUCESSÃO A GRAMÍNEAS E OLEAGINOSAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

RESUMO

A cultura da soja (*Glycine max*) é uma das culturas mais importantes no Brasil tanto em volume de produção, quanto na geração de divisas, entretanto, a sojicultura moderna exige a utilização de tecnologias adequadas para seu crescimento, desenvolvimento e produção. As culturas oleaginosas de outono/inverno e gramíneas são importantes alternativas fitotécnicas para rotação de culturas com a soja. Objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico da cultura da soja M6410 semeada no verão sobre a palhada de gramíneas e leguminosas. A pesquisa foi iniciada em setembro de 2015 na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, localizada no município de Dourados – MS. A semeadura da soja ocorreu no mês de outubro e foi colhida no mês de fevereiro de 2016. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com treze tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos pela semeadura da soja em sucessão a: pousio, milho (*Zea mays L.*), milho + *Brachiaria ruziziensis*, aveia branca (*Avena sativum*), *Brachiaria* + ervilhaca peluda (*Vicia villosa*), milho + ervilhaca peluda, canola (*Brassica juncea*), trigo (*Triticum estivum*), milho + *Crotalaria spectabilis*, cártamo (*Carthamus tinctorius L.*), *Crotalaria ochroleuca*, crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) e ao níger (*Guizotia abyssinica*). Foram avaliados os seguintes componentes da produção: altura de planta, inserção da primeira vagem, número de ramificações por planta, número de vagens por planta e produtividade. A cultura antecessora interfere na altura de planta, altura de inserção de vagem e na produtividade da cultura da soja. A soja semeada em sucessão as culturas do milho, milho + *Brachiaria*, *Brachiaria* + ervilhaca peluda, milho+ *Crotalaria spectabilis*, Cártamo e Níger apresenta maiores produtividades.

Palavras chaves: *Glycine max*, oleaginosas, sistema de plantio direto, rotação de cultura

PRODUCTION OF SOYBEANS IN GROWTH AND OLEAGINOSE SUCCESSION IN THE DIRECT PLANTIO SYSTEM

ABSTRACT

Soybean cultivation (*Glycine max*) is one of the most important crops in Brazil both in production volume and in the generation of foreign exchange, however, modern soybeans require the use of appropriate technologies for their growth, development and production. Autumn / winter oilseed crops and grasses are important plant breeding alternatives for crop rotation with soybeans. The objective of this study was to evaluate the agronomic performance of the soybean crop M6410 sown in the summer on the straw of grasses and legumes. The research was started in September 2015 at the Experimental Farm of Agricultural Sciences of the Federal University of Grande Dourados, located in the municipality of Dourados - MS. Soybean sowing occurred in the month of October and was harvested in February 2016. The experimental design was in randomized blocks, with thirteen treatments and four replications. The treatments were composed by soybean sowing in succession to: fallow, corn (*Zea mays* L), corn + *Brachiaria ruziziensis*, white oats (*Avena sativum*), *Brachiaria* + hairy vetch (*Vicia villosa*), corn + hairy vetch, (*Triticum estivum*), corn + *Crotalaria espectralis*, Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), *Crotalaria ochroleuca*, Crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) and Niger (*Guizotia abyssinica*). The following production components were evaluated: plant height, first pod insertion, number of branches per plant, number of pods per plant and productivity. The predecessor crop interferes with plant height, pod insertion height and soybean crop productivity. Soybeans successively sown corn, corn + *Brachiaria*, *Brachiaria* + hairy vetch, maize + *Crotalaria spectabilis*, Cártamo and Niger crops showed higher yields.

Key words: *Glycine max*, oilseeds, no - tillage system, crop rotation.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max*) é uma das culturas mais importantes no Brasil em volume de produção. A produção global de soja da safra 2015/16 foi de 315,86 milhões de toneladas, com estoques de 74,25 milhões de toneladas (MOREIRA, 2016). O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos Estados Unidos da América (EUA). Na safra 2015/2016, a cultura ocupou uma área de 33,17 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 95,63 milhões de toneladas. A produtividade média da soja brasileira foi de 2.882 kg por hectare (CONAB, 2016).

Mesmo sendo o segundo maior produtor do grão o Brasil se destaca como o maior exportador dos produtos derivados da planta (grão, farelo e óleo) (MAPA, 2016).

As áreas de soja são normalmente disponibilizadas para o plantio de safrinha a partir do final de fevereiro e março. As culturas de oleaginosas de outono/inverno são importantes alternativas fitotécnicas para a ocupação dessas áreas. Ressalta-se que esse processo de sucessão agrícola é fundamental para que haja a quebra no processo de multiplicação de pragas, doenças e plantas daninhas (AMBROSANO, 2012).

Entretanto, a sojicultura moderna exige a utilização de tecnologias adequadas para seu crescimento, desenvolvimento e produção. O uso inadequado do solo e a exploração excessiva das áreas agrícolas acelera o processo de degradação, bem como a exaustão dos nutrientes presentes no solo.

Alguns esforços para reverter o processo de degradação dos solos foram iniciados no final da década de 1970, com a adoção de sistemas de terraceamento integrado em microbacias hidrográficas e o desenvolvimento de tecnologias para compor o SPD, principalmente no Sul do Brasil (CASTRO FILHO ET AL., 2002). De acordo com Macedo (2009), a reversão do quadro de baixa sustentabilidade pode ser conseguida por meio de tecnologias como o SPD e os sistemas agrossilvipastoris. A utilização do SPD, em sua plenitude, nas diversas condições edafoclimáticas, é altamente dependente de rotação de culturas, que é uma das práticas preconizadas para a produção e a manutenção de palha sobre o solo.

Para que a o agricultor tenha á disposição, informações, torna-se necessário compreender melhor o efeito de espécies vegetais destinadas à cobertura do solo,

quantificar a sua produção de biomassa e analisar sua capacidade de proteger o solo durante o seu desenvolvimento para uma dada região. É necessário avaliar seus efeitos nos atributos do solo e na ciclagem de nutrientes, os quais poderão favorecer o desenvolvimento de culturas comerciais e aumentar a eficiência no uso do solo.

Com o aumento da adoção do plantio direto, algumas gramíneas com potencial de formar biomassa, como a *Brachiaria*, começaram a ser cultivadas no outono-inverno, (CASTRO e PREZZOTO, 2008).

A produção de biomassa é essencial para o sistema, pois protege o solo da erosão, contribui para a melhoria da fertilidade e aumenta a infiltração e a disponibilidade de água para as plantas. Para a cobertura, são utilizadas espécies como leguminosas, gramíneas, crucíferas, além de outras, usadas ainda na pré-safra, com o objetivo de produção de biomassa para viabilizar o plantio direto (PD). Seus resíduos são mantidos na superfície do solo para a formação de cobertura morta. A cobertura com leguminosa é muito eficiente, devido ao seu alto poder de fixação de nitrogênio no solo, que resulta em economia de N para a cultura subsequente (ANDRIOLI, et al; 2008)

Porém, uma das dificuldades encontradas pelos agricultores é a produção de biomassa para cobrir o solo e permanecer coberto durante o ano todo. Além da quantidade de palha, a persistência do resíduo é outro fator muito importante a qual está relacionada com a relação C/N. Uma adequada espécie vegetal para a cobertura do solo deve ser de fácil estabelecimento, rápido desenvolvimento, tolerante aos longos períodos de estiagem, facilidade de eliminação e não competição com a cultura subsequente (MENEZES et al., 2009).

Diante deste cenário, este trabalho teve como objetivo avaliar os componentes de produção da cultura da soja semeada em sucessão de cultura com leguminosas, gramíneas e pousio de inverno, no SPD.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. PRODUÇÃO DA SOJA

A crescente necessidade da produção mundial de alimentos, advinda da demanda populacional, fortaleceu a produção e exportação brasileira de soja. Porém, para o Brasil alcançar patamares produtivos de destaque mundial, foi necessária a adoção de tecnologias de manejo capazes de maximizar a produção, elevando o Brasil ao patamar de potência agrícola (ABAG, 2015).

Lazzarotto e Hirakuri (2010) observaram que a produtividade média das lavouras brasileiras passou de 1.369,4 kg ha⁻¹ para 2.927,0 kg ha⁻¹ na safra 1985/86 e 2009/10, respectivamente, o que correspondeu ao aumento de 114,77%. Além disso, no mesmo período, a área cultivada aumentou de 9,6 milhões para 23,6 milhões hectares na safra 2009/10, representando um crescimento de 145,83%.

De acordo com Bezerra et al. (2015), essa evolução na produção da soja vem ocorrendo desde a década de 1970, principalmente no Bioma Cerrado. Além disso, estes autores afirmam que os principais fatores envolvidos na expansão da produtividade neste período foram: estabelecimento de parques industriais de processamento de soja; aumento da procura pelo mercado internacional; programas governamentais que incentivaram a compra de máquinas agrícolas e insumos e o desenvolvimento de pesquisas.

Os dados recentes de produtividade afirmam que a soja continua entre as atividades econômicas com os maiores crescimentos expressivos do agronegócio brasileiro. De acordo com estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), em fevereiro de 2017 a safra nacional de cereais, leguminosas e oleaginosas totalizaram 224,2 milhões de toneladas, 21,8% superior à obtida em 2016 (184,0 milhões de toneladas). Em relação à soja houve acréscimo de 2,1% na área e quando se refere à produção, este acréscimo foi de 13,2% (IBGE, 2017).

As pesquisas aliadas ao melhoramento de plantas possibilitaram à instalação da soja em diversas regiões do Brasil. O uso de tecnologias e máquinas cada vez mais sofisticadas, é uma realidade vivenciada pelos grandes produtores brasileiros, também conhecidos como agricultura de precisão, que tem como base a tecnologia de informação, por meio do uso de computadores e do Global Position System (GPS), possibilitando o mapeamento das áreas de produção e a aplicação mais precisa dos

insumos, aumentando o nível de eficiência nas áreas plantadas e, conseqüentemente, a produtividade (VALE, 2017).

A adoção do SPD, aliado a rotação de culturas com a presença de leguminosas, não muito recente, foi uma das “tecnologias de manejo” que mais contribuiu para o aumento do rendimento das culturas, esta contribuição se deve ao aumento dos estoques de C e N no solo e na biomassa microbiana melhorando a capacidade produtiva (GIACOMINI et al., 2006).

2.2. SISTEMA PLANTIO DIRETO - SPD

O SPD consiste em processos tecnológicos destinados à exploração de sistemas agrícolas produtivos, compreendendo mobilização de solo apenas na linha ou cova de semeadura, manutenção permanente da cobertura do solo, diversificação de espécies e minimização ou supressão do intervalo de tempo entre colheita e semeadura. Esse sistema deve estar associado à agricultura conservacionista de forma a contribuir para conservação do solo e da água, aumento da eficiência da adubação, incremento do conteúdo de matéria orgânica do solo, aumento na relação benefício/custo, redução do consumo de energia fóssil e do uso de defensivos, mitigação da emissão dos gases de efeito estufa e contribuição para o aumento da resiliência do solo (FEBRAPDP, 2009).

De acordo com Corrêa e Sharma (2004), o uso do SPD pode diminuir o índice de infestação de plantas daninhas e, desta forma, reduzir o custo de produção. Com adequado aporte de palha, o controle de plantas daninhas pode ser superior a 90% (MATEUS et al., 2004). O acúmulo de biomassa pelas plantas daninhas é inversamente proporcional ao da biomassa das plantas de cobertura (MESCHEDE et al., 2007).

A monocultura ou mesmo o sistema contínuo de sucessão do tipo trigo-soja ou milho safrinha-soja, tende a provocar a degradação física, química e biológica do solo e a queda da produtividade das culturas. Além disso, proporciona condições mais favoráveis para o desenvolvimento de doenças, pragas e plantas daninhas (EMBRAPA SOJA, 2016).

O uso da rotação de culturas proporciona a manutenção permanente de uma quantidade mínima de massa vegetal na superfície do solo, proporcionando assim um sistema sustentável ao longo do tempo (MATEUS e SANTOS, 2012).

Rosa Filho et al. (2009) ao avaliarem atributos físicos do solo, observaram que o plantio direto é um sistema que proporciona a homogeneização física do solo, podendo aumentar a produtividade de grãos de soja. Além disso, Donega e Santos (2015) ao realizarem levantamento sobre produtividade de soja em função da cultura antecessora e do manejo do solo, notaram que a rotação de cultura também influencia na eficiência de extração e utilização dos nutrientes aplicados na forma de fertilizantes, resultando em melhores produtividades.

O uso de plantas como forma de cobertura é uma alternativa para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, devido à capacidade de absorver nutrientes da camada superficial do solo e liberando-os pela decomposição dos seus resíduos (BERNARDES et al., 2010). Tais plantas podem gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto, aumentar o teor de matéria orgânica e diminuir a evapotranspiração (GIONGO et al., 2011).

2.3. ROTAÇÃO DE CULTURAS

Uma das premissas básicas do SPD é a adoção da rotação de culturas, preferencialmente alternando culturas comerciais, como soja, milho, arroz, feijão e sorgo, com adubos verdes como crotalária, mucuna, feijão guandu e gramíneas como milheto e brachiarias, proporcionando recobrimento eficiente do solo, além de elevada reciclagem de nutrientes e possibilidade de aumentos na produtividade das culturas em sucessão (SILVA et al., 2006).

As principais vantagens observadas com uso desta tecnologia de manejo são: melhoria dos atributos físicos, químicas e biológicas do solo; auxilia no controle de plantas daninhas, doenças e pragas; repõe a matéria orgânica do solo e protege o solo da ação de gotas de chuva, alta radiação solar e, ajuda na diversificação da produção agropecuária. Para obtenção dessas vantagens com uso desta tecnologia, alguns pontos devem ser levados em consideração, como cultivares adaptadas, época de semeadura, calagem e adubação entre outras. Sendo assim pode-se dizer que, o sucesso no uso desse manejo é diretamente dependente de outras tecnologias (EMBRAPA SOJA, 2013).

A ciclagem de nutrientes é um benefício importante, pois diferentes culturas requerem adubações diferenciadas, sendo também diferentes os resíduos que permanecerão após os cultivos (FRANCHINI et al., 2011).

Mesmo sendo de fundamental importância para a sustentabilidade agrícola, o SPD e a rotação de culturas são adotados, em sua plenitude, por uma minoria de produtores da região sul de Mato Grosso do Sul, cuja prática usual é a sucessão soja/milho, com a semeadura da soja no verão e o milho no outono, havendo assim, a necessidade de uma mudança na forma de pensar a atividade agrícola, a partir de um contexto socioeconômico, com preocupações ambientais (MANCIN et al., 2009).

A rotação de culturas, pela inclusão de espécies com sistema radicular mais profundos e pelos aportes diferenciados de matéria seca, também pode alterar os atributos físicos do solo. A intensidade da alteração depende do período de cultivo, do número de cultivos por ano e das espécies cultivadas (STONE e SILVEIRA, 2001).

Indicadores físicos da qualidade do solo têm sido investigados nas diferentes condições de uso e manejo e são fundamentais para entender os processos de degradação (RAMOS et al., 2014). O efeito do manejo sobre as propriedades físicas do solo é dependente da sua textura e mineralogia, as quais influenciam a resistência e a resiliência a determinada prática agrícola (CAVALIERI et al., 2009)

A estrutura do solo e a taxa de infiltração de água da chuva afetam diretamente a perda de água e de solo e, conseqüentemente, a qualidade da água que será absorvida (PANACHUKI et al., 2011). Esses atributos influenciam na disponibilidade de água e ar para as plantas, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular.

Para Mota et al. (2013) atributos como densidade do solo, teor de matéria orgânica, estabilidade de agregados, resistência à penetração e condutividade hidráulica podem ser alterados pelo uso e manejo do solo, sendo bastante utilizados como indicadores da qualidade física do solo, pois são sensíveis às variações do manejo ao qual o solo está submetido. Portanto, podem ser utilizados como fonte para a interpretação da dinâmica de processos físicos do solo no tempo.

Dentre os indicadores químicos do solo destacam-se o pH, matéria orgânica, capacidade de troca de cátions, teor de fósforo, potássio e magnésio, saturação de alumínio e por bases entre outros (SHOENHOLTZ, 2000). Elementos que juntos podem

ser úteis como indicadores da qualidade do solo e podem indicar as necessidades nutricionais das plantas.

A matéria orgânica é considerada como eficiente indicador para determinar a qualidade do solo modificada por sistemas de manejo (CONCEIÇÃO et al., 2005). Está diretamente relacionada aos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Além da influência do manejo das culturas e o preparo do solo, esse atributo é influenciado também pela adição de fertilizantes químicos e materiais orgânicos, atuando na melhoria dos processos biológicos de decomposição e mineralização. Além de aumentar a capacidade de troca catiônica do solo, sustenta a comunidade microbiana e da fauna do solo e a formação de agregados podendo influenciar na atividade biológica do solo, no desenvolvimento de raízes e, como consequência aumentando a produtividade.

Leandro e Asmus (2014) ao estudarem o efeito da rotação de culturas no verão com milho, *Crotalaria ochroleuca* ou soja; e o manejo de entressafra, com *Brachiaria ruziziensis* como espécie de cobertura ou pousio. Notaram que rotação de culturas com milho ou crotalária no verão propiciou redução da densidade populacional do nematoide *Rotylenchulus reniformis* em comparação ao monocultivo de soja, com reflexos positivos sobre a produtividade de soja na safra seguinte.

O sucesso da produtividade da soja está relacionado com a inclusão de tecnologias de sistemas de produção, onde pode ser destacado o Sistema de Plantio direto, conceituado como uma técnica de cultivo conservacionista que se fundamenta na ausência de revolvimento do solo, em sua cobertura permanente e na rotação de culturas (DUARTE JUNIOR e COELHO, 2010).

2.4. ESPÉCIES PARA A COBERTURA DO SOLO

A utilização de plantas de cobertura, é uma das alternativas para o manejo sustentável dos solos, especialmente do Cerrado (AMABILE et al., 2000). A adubação verde com incorporação de plantas de cobertura ao solo, favorece a ciclagem de nutrientes, a agregação, o armazenamento da água e a manutenção da matéria orgânica do solo, em comparação com os monocultivos anuais, com efeitos positivos na fertilidade e reciclagem de nutrientes (ALCÂNTARA et al., 2000).

A presença de cobertura morta no SPD estimula a fauna edáfica, as raízes e a microflora do solo, o que permite manter o solo em equilíbrio e permanentemente protegido contra a degradação (LAVELLE e SPAIN, 2001).

A inclusão de leguminosas em sistemas de rotação de culturas é uma estratégia que também deve ser avaliada em relação ao seu efeito nos estoques de matéria orgânica do solo. É provável que o aumento da produtividade das culturas comerciais em sucessão a leguminosas também ocasione um incremento da adição de resíduos não colhidos ao solo, favorecendo a acumulação de matéria orgânica e o sequestro de CO₂ (BAYER et al., 2000). Além disso, a substituição parcial dos fertilizantes minerais pelo N fixado biologicamente por leguminosas pode resultar numa diminuição na liberação de N₂O. Portanto, o uso de leguminosas para cobertura do solo, além do seu efeito na produtividade das culturas comerciais, pode, potencialmente, resultar na melhoria da qualidade ambiental, em comparação a sistemas tradicionais.

Porém, para que uma espécie seja eficaz na ciclagem de nutrientes, deve haver sincronia entre o nutriente liberado pelo resíduo da planta de cobertura e a demanda da cultura de interesse comercial, cultivada em sucessão (BRAZ et al., 2004). Sob condições de Cerrado, as gramíneas têm desempenhado uma importante atuação como planta de cobertura. Sua utilização se deve à resistência ao déficit hídrico, elevada produção de biomassa e menor custo das sementes (SILVA et al., 2006).

O processo de decomposição é diferenciado entre leguminosas e gramíneas, sendo dependente da qualidade bromatológica das espécies vegetais, principalmente, em relação à concentração de nitrogênio, das condições climáticas e da atividade microbiana no solo. As espécies de cobertura do solo da família das fabaceas (leguminosas) são mais utilizadas como adubos verdes devido à incorporação de nitrogênio fixado pelas bactérias, associadas às raízes, e à rápida decomposição de sua palha, provocada pela relação C/N inferior a 20, sendo importante na ciclagem de nutrientes (ROSOLEM et al., 2003). Na família das poáceas (gramíneas), devido à elevada relação C/N, entre 30 e 40, sua permanência no solo é maior, com contribuição para formação de palha, melhoria da estrutura do solo, principalmente da estabilização dos agregados, devido ao sistema radicular agressivo e abundante, sendo constituída também, de reserva de nutrientes imobilizados na palha que podem ser liberados lentamente (PAULETTI, 1999).

Consoiciando leguminosas e gramíneas, é possível obter uma biomassa com relação C/N intermediária àquela das espécies em culturas solteiras, conforme demonstraram Ranells e Wagger (1996). Além da relação C/N, as proporções dos carboidratos estruturais e lignina também podem ser alteradas nos resíduos culturais de espécies consorciadas (RANELLS e WAGGER, 1996).

2.4.1. Utilização de plantas da família das Poaceas

De acordo com Ensinas (2015), na região de Cerrado onde as condições climáticas limitam o acúmulo e a manutenção de resíduos vegetais durante longo período, a escolha das plantas de cobertura vem assumindo um papel de extrema importância e um dos dois fatores imprescindíveis para a instalação e manutenção do SPD é a implantação da cultura principal sobre os resíduos culturais de uma cultura anterior, especialmente se for de culturas com alta produção de biomassa vegetal que tenha sido introduzida em cultivo sequencial ou rotacionado. Além disso, as gramíneas apresentam maior relação C/N e a decomposição dos resíduos sobre o solo é mais lenta. Sendo assim, se por um lado a liberação de nutrientes será mais lenta, por outro, os resíduos do solo permanecem na superfície por mais tempo, aumentando a sua proteção (TIECHER 2016).

O uso de gramíneas do gênero *Brachiaria sp.* apresenta excelentes resultados na cobertura do solo (PACHECO et al., 2008), isso se deve principalmente a sua capacidade de se adaptar facilmente as características dos solos sob Cerrado (PACHECO et al., 2011). Estas gramíneas apresentam como características positivas, adaptação às mais variadas condições de solo e clima, produções satisfatórias de biomassa em solos com baixa e média fertilidade. Menezes e Leandro (2004) avaliaram a produção de fitomassa de gramíneas como a *Brachiaria sp.* e notaram que maiores produções de fitomassa total e residual foram obtidas com braquiária e crotalária, que apresentaram melhor potencial de extração de nutrientes do solo.

A elevada capacidade de absorção de N das gramíneas constitui importante estratégia para reduzir os riscos de contaminação do lençol freático com nitrato e aumentar a ciclagem de N durante a entressafra das culturas comerciais (AMADO et al., 1998). Além do mais, as gramíneas podem decompor mais lentamente a fitomassa, o

que é interessante para manter uma cobertura na superfície do solo, sobretudo em sistema de plantio direto.

Chioderoli et al. (2012) com intuito de identificar, no sistema de integração agricultura-pecuária, as variações dos atributos físicos do solo e a produtividade de grãos de soja sobre palhada de *Braquiaria sp.*, observaram que a consorciação e a sequência de culturas proporcionaram aumento na macroporosidade e porosidade total do solo. A *Brachiaria brizantha* semeada na época de adubação de cobertura do milho e a *Brachiaria decumbens*, na linha do milho, promoveram maiores produtividade de grãos de soja.

Pacheco et al. (2013), com o objetivo de avaliar a ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura: *Brachiaria ruziziensis*, *B. brizantha*, *Pennisetum glaucum* e *B. ruziziensis* + *Cajanus cajan* e o pousio, sua influência sobre o desempenho da rotação entre arroz de terras altas e soja, sob plantio direto, em Latossolo Vermelho Distroférico, na região do Cerrado de Goiás, verificaram que *Brachiaria ruziziensis* e *B. brizantha* apresentaram maior eficiência no acúmulo e na liberação de nutrientes, principalmente quanto ao potássio trocável. *Brachiaria ruziziensis* é a espécie mais indicada como planta de cobertura antecessora à cultura do arroz de terras altas, em plantio direto.

Entre as espécies de cobertura de solo no inverno, a aveia preta destaca-se como sendo a mais cultivada na região Sul do Brasil. Conforme Fontaneli et al. (2009), isso deve-se às características dessa cultura em relação ao alto rendimento de matéria seca, à disponibilidade de sementes no mercado, à rusticidade e a rapidez na formação de cobertura, antecedendo os cultivos principalmente de milho e soja, no verão.

2.4.2. Utilização de plantas da família das Fabaceas

O uso de leguminosas como plantas de cobertura constitui uma importante fonte de N ao solo, devido à associação simbiótica com bactérias fixadoras de N, capazes de transformar o N₂ atmosférico em NH₃. Os trabalhos de pesquisa realizados com esta espécie evidenciam que, além de proporcionar cobertura do solo, dissipando a energia cinética das gotas de chuva e protegendo o solo da erosão hídrica, a ervilhaca fornece N para a cultura sucessora, podendo substituir parcial ou totalmente a adubação mineral nitrogenada (AITA e GIACOMINI, 2003).

Apesar da importância do uso de leguminosas antecedendo cultivos comerciais, pela fixação biológica de N atmosférico, o seu uso em algumas regiões do país, a exemplo da região sul ainda é restrito, comparativamente o uso de gramíneas, com destaque para as cultivares de aveia. Isso ocorre pelo seu maior custo de implantação, disponibilidade de sementes no mercado, menor rendimento de matéria seca, bem como seu desenvolvimento inicial mais lento e rápida decomposição dos resíduos culturais, além da possibilidade de serem hospedeiras de pragas como percevejos e lagartas rosca (SILVA et al., 2006).

Esta espécie tem sido relatada como uma planta rústica, que cresce em áreas com condições limitante, como a deficiência hídrica (WEISS, 2000). A planta de cártamo apresenta raiz pivotante profunda, podendo ultrapassar 2,20 m de profundidade, o que proporciona alta tolerância à deficiência hídrica e tolerância moderada à salinidade (FEIZI, et al., 2010). Além do sistema radicular profundo, o cártamo é capaz de extrair água do solo com umidade muito baixa, em que a maioria das culturas não é capaz de extrair água (WEISS, 2000).

A *Crotalaria spectabilis* destaca-se também pela capacidade de fixação biológica de nitrogênio atmosférico e produção de biomassa. Apresenta um baixo fator de reprodução sobre fitonematoides, em especial para os formadores de galhas, cisto e das lesões radiculares, devido a presença da monocrotalina, um composto secundário metabolizado pela planta. A *Crotalaria Ochroleuca* foi introduzida na região dos Cerrados, devido à possibilidade de desenvolver-se em solos quimicamente pobres e com baixos teores de matéria orgânica. Apresenta potencial produtivo de 7 a 10 t ha⁻¹ de matéria seca, podendo atingir valores de até 17 t ha⁻¹ (AMABILE et al., 2000).

O níger (*Guizotia abyssinica*) é cultivado com sucesso em sistemas de rotação com a soja, milho e trigo, tem sido estudada no Brasil como alternativa para compor sistema de rotação de cultura na safrinha, em regiões onde o período de semeadura de culturas tradicionais como o milho é limitado por restrições térmicas e hídricas (FRANCHINI, 2014).

Bergamim (2012), ao realizar um trabalho com a cultura do níger, relata que esta tem grande potencial para melhorar o ambiente físico do solo. Além do mais, apresentou menor valor de densidade do solo e maior macroporosidade.

Segundo a Fundação MS (2017), o crambe é uma oleaginosa que tolera bem o clima seco e o frio, sendo indicado para plantios de outono e inverno no Brasil. Quando

comparado com a colza e a canola, o crambe suporta melhor temperaturas mais elevadas, permitindo, assim, que o seu plantio se estenda a regiões mais quentes do Brasil Central.

Primeiramente, devem-se selecionar aquelas espécies com maior potencial para as condições locais, tomando-se por base a rapidez com que se estabelecem e as suas produções de fitomassa (ALVERENGA et al., 2001). A qualidade do resíduo vegetal, sobretudo sua relação C/N, e a disponibilidade de N mineral na solução do solo influenciam diretamente a taxa de decomposição, devendo ser um critério de seleção também, antes da implantação (AMADO et al., 2002).

Plantas da família Brassicaceae (Crambe) possuem um sistema radicular bastante agressivo, com um crescimento vigoroso promovendo excelente supressão de plantas invasoras. Ainda também, promovem a ciclagem de inúmeros nutrientes do solo tornando-os prontamente disponíveis (UNIFERTIL, 2015). Broch et al. (2010), ao realizar um trabalho, com a cultura do crambe em sucessão à soja e milho, concluíram que a semeadura do crambe após a cultura da soja produziu mais do que após o milho em Maracaju-MS, demonstrando melhor aproveitamento de nitrogênio no sistema.

Além das famílias citadas acima, dentro do SPD vem se destacando o uso de cultivares da família das crucíferas, como por exemplo, o nabo e a canola. A cultura do nabo apresenta elevada capacidade de ciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, tornando-se uma espécie importante na rotação de culturas como algodão, feijão, milho e soja (BARROS e JARDINE, 2006). Esta cultura é uma espécie oleaginosa cultivada nos períodos de outono e inverno pois apresenta tolerância a seca e a geada. O cultivo desta, tem finalidade de extração de óleo para a produção de biodiesel.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, localizada no município de Dourados, com coordenadas geográficas de latitude 22° 14'S, longitude de 54° 49'W e altitude de 458 metros. O clima, de acordo com a classificação de Köppen é Am (tropical de monções). A precipitação pluviométrica total anual da região é de 1.400 a 1.500 mm e a temperatura média anual é de 22 °C. No gráfico 1 estão os dados referentes às precipitações pluviométricas e temperaturas máximas e mínimas por decêndios durante o período da semeadura até a colheita da cultura da soja na safra de 2015/16.

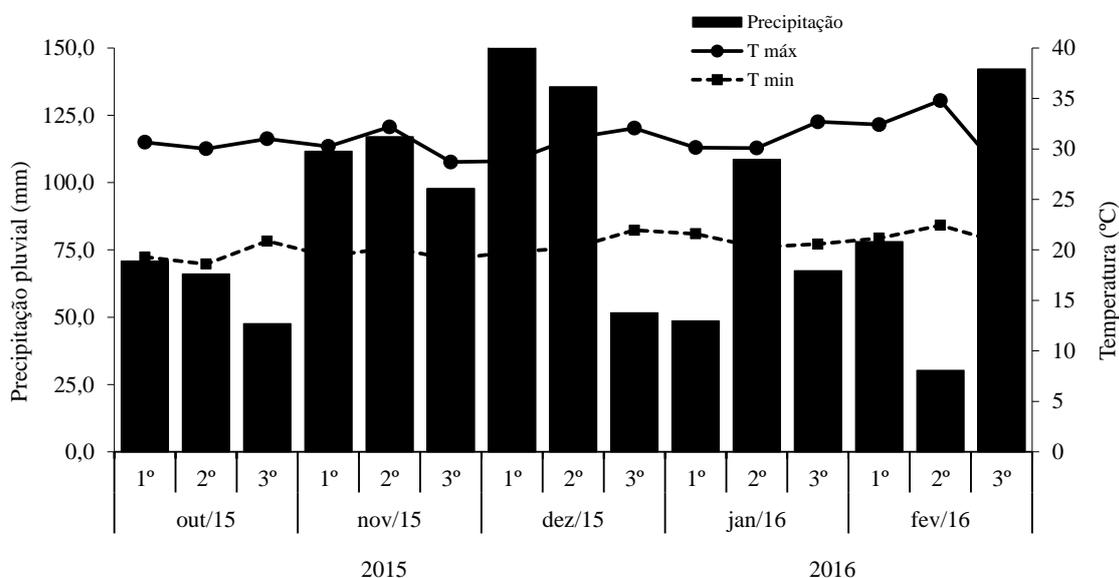


Gráfico 1. Precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas por decêndio no período de outubro de 2015 a fevereiro de 2016. Fonte: Estação Meteorológica da UFGD. Dourados-MS, 2016.

É possível observar no gráfico 1 que as precipitações durante o cultivo da soja que é de outubro até o mês de fevereiro, ocorreu de forma regular, permitindo um bom desenvolvimento da cultura.

O solo predominante na área experimental é o Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006) apresentando-se com textura entre argila e franco argilosa (360 g kg⁻¹ de areia, 250 g kg⁻¹ de silte e 390 g kg⁻¹ de argila).

O local em que foi desenvolvido o experimento encontra-se sob sistema de plantio direto desde o ano de 2009, quando foi realizada aplicação de calcário (4 Mg ha⁻¹

¹⁾ e gesso (2 Mg ha⁻¹), conforme necessidades apontadas na ocasião por análise de solo (Anexo 1).

A área onde foi realizado o experimento era cultivada anteriormente por vários anos com a cultura da soja no verão e o milho no outono inverno. Na tabela 1 pode-se observar a caracterização química do solo de acordo com as culturas de inverno, profundidade (0-10 cm).

Tabela 1. Caracterização química do solo na profundidade de 0-10 cm.

Tratamentos	pH	Al	Ca	Mg	H+Al	K	P	S	T	V	MO
	Água	-----mmol _c dm ⁻³ -----					mg dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³	%	g kg ⁻¹
T1-Pousio	5,9	0,0	66,4	11,6	61,1	4,6	16,6	14,0	143,8	57,9	27,3
T2-Milho	5,8	0,2	63,0	12,2	62,9	4,3	24,8	13,1	142,4	56,1	28,3
T3-Milho+ Braq	5,8	0,4	66,0	13,1	62,1	4,4	19,9	11,6	145,6	57,4	28,7
T4-Aveia	5,9	1,2	51,7	10,5	72,4	5,3	14,2	14,2	139,9	48,5	27,4
T5-Braq + Ervil	5,6	0,5	53,3	12,0	69,9	6,5	19,4	11,3	141,8	50,8	28,8
T6-Ervil + Milho	5,9	0,0	62,4	12,7	63,2	3,9	18,3	12,3	142,2	55,4	28,6
T7-Canola	5,8	0,7	57,5	11,5	70,9	6,1	19,6	11,1	146,1	51,6	29,8
T8-Trigo	5,6	0,9	53,3	9,3	77,1	5,7	18,1	13,4	145,6	47,0	31,1
T9-Milho + C. espec	5,8	1,1	55,0	9,7	73,1	6,1	24,4	13,2	144,0	49,2	29,9
T10-Cártamo	5,9	1,6	53,9	10,5	75,9	6,6	22,1	16,2	147,0	48,7	31,1
T11-C. ochrol	5,8	1,6	51,2	9,8	75,2	6,7	21,2	16,6	142,9	47,5	29,4
T12-Crambe	5,7	1,0	55,6	10,4	66,9	5,9	25,4	14,2	138,9	51,6	27,9
T13-Niger	5,9	0,5	65,3	12,4	60,6	6,9	28,1	29,6	145,3	58,7	29,9

Foram coletadas cinco amostras simples de solo para formar a amostra composta. Os valores representam a média das quatro repetições por tratamento. As amostras após serem peneiradas foram submetidas às determinações dos atributos químicos, conforme metodologia descrita em Embrapa (1997).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com treze tratamentos e quatro repetições. As parcelas mediram 35 m de comprimento por 14 m de largura (490 m²) foram semeadas mecanicamente a soja, utilizando a variedade Monsoy 6410 RR INPRO. Na semeadura foi utilizado uma densidade de 15 sementes por metro e adubação de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 00-20-20 + 0,3% B. O tratamento de sementes foi com (Carbendazim+ thiram 80 mL por saca) + (Imidacloprid + thiodicarb 200 mL por saca) + 100 mL de inoculante + 100 mL de estimulante.

Os tratamentos consistiram da semeadura da soja em sucessão a diferentes culturas de inverno assim denominados: 1- Pousio/soja, 2- Milho (*Zea mays*)/soja, 3- milho + *Brachiaria ruziziensis* (*Brachiaria ruziziensis*)/soja, 4- Aveia branca (*Avena sativum*)/soja, 5- *Brachiaria ruziziensis* + ervilhaca peluda (*Vicia villosa Roth*)/soja, 6- Milho + ervilhaca peluda/soja, 7- Canola (*Brassica napus*)/soja, 8- Trigo (*Triticum spp.*)/soja, 9- Milho + *Crotalaria- spectabilis* (*Crotalaria spectabilis*)/soja, 10- Cártamo (*Carthamus tinctorius L.*)/soja, 11- Crotalária- ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*)/soja, 12- Crambe (*Crambe abyssinica Hochst*)/soja e tratamento 13- Níger (*Guizotia abyssinica*)/soja.

Como os tratamentos constavam das culturas antecessoras, estas foram implantadas no outono-inverno, seguindo recomendações de semeadura e condução de acordo com cada espécie. No tratamento em pousio não foi realizada nenhuma semeadura no outono-inverno e a dessecação foi realizada quinze dias antes da semeadura de verão para evitar problemas com plantas daninhas na emergência. No tratamento com milho safrinha foi realizada a semeadura do híbrido simples DKB 177 VT Pro nos dias 27/02/2015 utilizando uma população de 55.000 plantas ha⁻¹, a adubação utilizada foi de 300 kg ha⁻¹ do formulado 07-20-20 +0,3B + 0,3 Zn. A semeadura da crotalária ocorreu no dia 02/03/2015. A semeadura de níger, nabo forrageiro, brachiaria, trigo, aveia, ervilhaca, canola e crambe foi no realizada no dia 22/03/2015, utilizando-se 250 kg ha⁻¹ de 07-20-20 +0,3B + 0,3 Zn na semeadura. O cártamo foi semeado no dia 22/03/2015 utilizando 250 kg ha⁻¹ do formulado 07-20-20 +0,3B + 0,3 Zn.

Para a semeadura das culturas de outono-inverno, foi utilizada uma semeadora-adubadora com oito linhas, espaçadas entre si de 0,4 m, regulada para distribuir 30 sementes por metro linear. Para a brachiaria, o espaçamento entre linhas foi de 0,2 m, com densidade de semeadura de 10 sementes por metro linear.

Foram realizadas as seguintes determinações para a cultura da soja:

Altura de planta: Foi determinada no momento da colheita, medindo-se dez plantas ao acaso dentro de cada parcela, com régua graduada em cm, a distância entre o nível do solo até o ápice da planta.

Inserção da primeira vagem: Antes da colheita, a altura da inserção foi determinada com régua graduada em centímetros, tomando-se a distância entre o nível do solo e o início da primeira inserção da vagem em 5 plantas por parcela, sendo quatro repetições.

Número de ramificações: Antes da colheita, foram amostradas 5 plantas por parcela e em seguida a contagem do número de nós por planta, com os valores representando a média de vagens por planta em quatro repetições.

Número de vagens por planta: Antes da colheita, foram amostradas 5 plantas por parcela e, em seguida, a contagem do número de vagens, com os valores representando a média de vagens por planta, em quatro repetições.

Produtividade: Foi determinada após a maturação fisiológica das plantas, amostrando-se uma área de 4,5 m², dentro de cada parcela e repetição. 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%, com os valores expressos em kg ha⁻¹, em quatro repetições.

Os dados de todas as características avaliadas foram submetidos à análise de variância, para verificação dos efeitos de rotação de culturas. As comparações das médias foram feitas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o aplicativo computacional Sisvar.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados de altura de planta, inserção da 1ª vagem e produtividade foram significativos para a cultura da soja no ano de 2015/2016. Apenas as variáveis número de ramificação/planta e número de vagens por planta não se verificaram para diferenças significativas neste ano (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância em função da rotação de culturas safra 2015/2016. Dourados-MS, 2016.

Variáveis	Tratamento	CV(%)
Altura de plantas	87382307,69**	4,9
Inserção 1ª vagem	3843148,36**	9,5
Número de ramificações	213793,45 ^{ns}	14,1
Número de vagens	113097852,2 ^{ns}	14,7
Produtividade	3,44374501**	4,6

ns – não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

A soja semeada em sucessão ao pousio, milho, milho + braquiária e aveia apresentou menor altura de planta, diferindo dos demais tratamentos. Deve-se considerar que esta cobertura vegetal de solo pode proporcionar tanto efeitos positivos como efeitos negativos sobre o crescimento de plantas (Santos e Reis, 2003).

Os efeitos negativos estão relacionados aos efeitos alelopáticos sobre desenvolvimento de planta (toda espécie acumulada na superfície do solo sob plantio direto pode decompor compostos com ação alelopática no solo que, por sua vez, pode interferir no desenvolvimento da cultura em sucessão) e sobre doenças de cereais que se multiplicam em tecidos mortos deixados na superfície do solo causando redução da produtividade de grãos das culturas em sucessão (Santos et al., 2004).

Em experimento realizado na mesma área do presente trabalho, foram encontrados valores de altura de planta para a variedade BMX RR Potência variando de 99,6 cm a 112 cm (FREITAS, 2014). Pesquisas realizadas com outras variedades em outros locais também evidenciam a variação da altura de plantas em função da cultura antecessora (PEDROSO, 2011). Vale ressaltar que não somente a cultura antecessora influencia na altura de planta, também pode ser influenciado pelo manejo e condições climáticas do ano.

QUADRO 1. Valores médios para altura de plantas (AP), altura inserção 1ª vagem em cm (AIPV), número de ramos (NR) e número de vagens (NV) e Produtividade (kg ha⁻¹), em função da sucessão de cultura, safra 2015/2016.

Tratamentos	AP (cm)	AIPV (cm)	NR	NV	Produtividade (kg ha⁻¹)
T1-Pousio	73,80 b	10,86 b	3 ^{ns}	75 ^{ns}	4277 b
T2-Milho	76,60 b	12,53 a	3	87	4963 a
T3-Milho+Braq	72,80 b	12,13 b	4	87	5313 a
T4-Aveia	74,45 b	12,35 a	4	86	4655 b
T5-Braq+Ervil	84,45 a	13,85 a	4	94	5149 a
T6-Ervil+Milho	82,75 a	13,50 a	3	85	4593 b
T7-Canola	85,75 a	13,75 a	3	88	4862 b
T8-Trigo	85,15 a	12,10 b	3	85	4530 b
T9-Milho+Espe	83,30 a	12,80 a	4	83	5102 a
T10-Cártamo	83,85 a	13,25 a	4	87	4918 a
T11-Crotalária	83,35 a	13,10 a	4	91	4598 b
T12-Crambe	83,35 a	11,55 b	4	95	4815 b
T13-Níger	82,30 a	11,00 b	3	83	5343 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ns= Não significativo

1- Pousio/soja, 2- Milho (*Zea mays*)/soja, 3- milho + *Brachiaria ruziziensis* (*Brachiaria ruziziensis*)/soja, 4- Aveia branca (*Avena sativum*)/soja, 5- *Brachiaria ruziziensis* + ervilhaca peluda (*Vicia villosa* Roth)/soja, 6- Milho + ervilhaca peluda/soja, 7- Canola (*Brassica napus*)/soja, 8- Trigo (*Triticum* spp.)/soja, 9- Milho + *Crotalaria- spectabilis* (*Crotalaria spectabilis*)/soja, 10- Cártamo (*Carthamus tinctorius* L.)/soja, 11- *Crotalaria- ochroleuca* (*Crotalaria ochroleuca*)/soja, 12- Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst)/soja e tratamento 13- Níger (*Guizotia abyssinica*)/soja.

As alturas médias das plantas variaram de 73,8 cm (pousio/soja) a 85,7 cm (canola/soja). De acordo com a Monsanto (2016) a altura média do cultivar Monsoy 6410 é de 86 cm, valor este próximo ao obtido nesta pesquisa.

Também foi verificada menor altura de inserção de vagem na sucessão pousio, milho, milho + braquiária e aveia (Quadro 1). A inserção de vagens da soja é determinada pela genética da variedade, sendo influenciado por condições como a fertilidade do solo, o clima, a época de semeadura e da latitude (BORÉM, 2000).

De acordo com Guimarães et al. (2008), a altura de planta é característica fundamental na determinação do cultivar a ser introduzido em uma região, uma vez que

se relaciona com o rendimento de grãos, o controle de plantas daninhas e as perdas durante a colheita mecanizada.

De maneira geral, a altura de plantas e de inserção da primeira vagem adequada reflete em menores percentuais de acamamento e apresentam vantagens durante a colheita. De acordo com Peluzio et al., (2010) valores de inserção da primeira vagem inferiores a 12 cm podem resultar em perdas na colheita e, em consequência, reduzir os ganhos dos produtores. Neste experimento apenas na rotação pousio/soja apresentou inserção de vagem inferior a 12 cm (Quadro 1).

O número de ramificação por planta e o número de vagens por planta não foi influenciadas pelas culturas antecessora a soja, com o número de ramificação variando de três a quatro ramos e o número de vagens variou entre 80 na sucessão pousio/soja e de 95 vagens na sucessão crambe/soja (Quadro 1). Pesquisa desenvolvida por Freitas et al. (2016) verificaram que o número de vagens por planta variou entre 51 obtido na sucessão pousio/soja até 77 no sistema de rotação milho/canola /soja, resultado este, inferior ao observado neste trabalho.

Houve efeito significativo da cultura antecessora nas produtividades de grãos, sendo as maiores produtividades obtidas quando a soja foi semeada após o milho, braquiária + ervilhaca, milho + braquiaria, milho + crotalaria *spectabilis*, cartamo e níger, deferindo das demais sucessões (Quadro 1). Embora não existindo diferenças entre as culturas antecessoras acima mencionadas, a soja semeada após o níger e após o consorcio milho com braquiária teve em magnitude as maiores produtividades, em torno de 5340 kg ha⁻¹.

Deve-se ressaltar que mesmo na sucessão aveia/soja, milho+ervilhaca peluda/soja, canola/soja, trigo/soja, Crotalaria ochroleuca/soja e crambe/soja as produtividades foram superiores a 4500 kg ha⁻¹. De acordo com a Conab (2016), a estimativa de produtividade de soja em 2015/16 no Mato Grosso do Sul foi de 3090 kg ha⁻¹ e no Brasil de 2988 kg ha⁻¹.

As produtividades obtidas neste experimento são consideradas altas, ficando acima da média estadual e nacional, que são atribuídas às boas condições climáticas (Gráfico 1), da fertilidade (Tabela 1), do manejo de solo sem revolvimento e da sucessão de cultura. Deve-se ressaltar que foi realizada calagem na área desta pesquisa em setembro de 2009, e os resultados da análise química do solo amostrada em setembro de 2015, na profundidade de 0-10 cm (Anexo 1), apresentou ausência ou

baixos teores de alumínio, com os demais nutrientes estando na faixa adequada, incluindo a CTC e o valor de saturação de base, com destaque para a matéria orgânica, cujos teores estão altos, acima de 25g kg^{-1} de solo (SOUZA e LOBATO, 2004). A boa distribuição de chuva durante as fases vegetativa e reprodutiva da soja contribui para expressar as produtividades e o efeito da sucessão de cultura.

Os resultados obtidos neste trabalho ratificam que no SPD, que utiliza rotação de cultura com aporte em qualidade e quantidade adequadas de palha permite melhorias nos atributos químicos, físicos e biológicos, proporcionado pela diversidade de espécies de plantas, pela diversidade de sistema radicular e da ciclagem de nutrientes, favorecendo produtividades crescentes com o passar dos anos.

Tal afirmação fundamenta-se nos resultados obtidos nos anos anteriores na referida área experimental que foi iniciada com a pesquisa de Freitas (2014), a qual não observou diferenças entre os tratamentos, com produtividades médias de 3564 kg ha^{-1} e 2230 kg ha^{-1} nos anos agrícolas de 2010/2011 e 2011/2012, respectivamente. Porém, nos anos agrícolas 2013/14 e 2014/2015 evidenciou 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^{-1} e 1988 kg ha^{-1}), diferindo das demais secessões, nos dois anos avaliados. A produtividade média do experimento na safra 2013/14 foi de 2.769 kg ha^{-1} e na safra 2014/15 2.615 kg ha^{-1} , respectivamente (PILETTI, 2016).

Pesquisa desenvolvida por Secretti (2017) avaliando a produção de palha pelas culturas de outono inverno na mesma área experimental, verificou que a produção de massa seca do milho solteiro, do consorcio milho + braquiária, braquiária+ ervilhaca, aveia + ervilhaca e do cartamo foi superior a 6 Mg ha^{-1} . Nesta mesma pesquisa o autor avaliou o aporte de carbono e constatou que *Crotalaria spectabilis*, ervilhaca peluda e nabo forrageiro apresentaram menores relações C/N, 13, 13,5 e 22 respectivamente, milho, milho + brachiaria e brachiaria solteira apresentaram as maiores relações C/N, 65, 54, e 43, respectivamente.

O consórcio de plantas com baixa e alta relação C/N apresenta benefícios quando utilizadas como cobertura de solo, pois ao mesmo tempo em que culturas com baixa relação C/N como a ervilhaca mineralizam rapidamente disponibilizando nutrientes, as espécies com alta relação C/N como a aveia e braquiária, por exemplo, acumulam massa seca com melhor qualidade sobre o solo protegendo-o contra o

impacto de gota da chuva e infestação de plantas daninhas, além de garantir os benefícios do acúmulo de palhada ao sistema de plantio direto (SECRETI, 2017).

Os tratamentos (Quadro 1) envolvendo gramíneas/leguminosas (Braquiária+Ervilhaca e Milho+Crotalária) no outono-inverno contribuíram positivamente na produtividade da cultura da soja. De acordo com Zotarelli (2000) uma das características importantes das leguminosas é a baixa relação carbono/nitrogênio, quando comparada a plantas de outras famílias. Este aspecto, aliado à grande presença de compostos solúveis, favorece sua decomposição e mineralização por microorganismos do solo e a ciclagem de nutrientes, contribuindo com a nutrição das culturas subsequentes.

Pesquisa objetivando avaliar a densidade e macroporosidade do solo constatou nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, os menores valores de densidade do solo e maiores de macroporosidade nas parcelas que continham o níger, mostrando que o cultivo dessa espécie no outono-inverno melhora o ambiente do solo para as culturas sucessoras (BERGAMIN, 2012).

Também foi observado por Souza et al. (2008), estudando diversas espécies vegetais de cobertura do solo para um Latossolo Vermelho distroférico de Cerrado que a cultura do níger apresentou produção de fitomassa superior a 6 Mg ha⁻¹ e acúmulo de nitrogênio superior a 100 kg de N ha⁻¹, sendo considerada dentro dos requisitos para espécies de cobertura. A manutenção de culturas com maior aporte de resíduos orgânicos tem promovido alterações estruturais nos solos, alterando diversos dos seus atributos (ARAÚJO-JUNIOR et al., 2011).

O desenvolvimento do sistema radicular proporciona o rompimento de camadas compactadas com consequente maior volume explorado de solo e melhor aproveitamento da água e dos nutrientes (LIMA et al., 2012). A decomposição das raízes contribui para o aporte de carbono no solo, estimulando a atividade de microorganismos, formação de bioporos e a melhoria estrutural do solo, num ciclo crescente de benefícios, contribuindo para o restabelecimento do potencial produtivo, melhorando a qualidade física do solo para as culturas subsequentes (FOLONI et al., 2006).

Pesquisa desenvolvida por Franchini (2014) no município de Ponta Porã no Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas 2011/12 e 2012/2013 obteve maior produtividade de grãos quando a soja foi semeada em sucessão a canola em relação ao

trigo e ao pousio. Também foi observado no Estado do Paraná que a soja apresenta respostas positivas à rotação de culturas, particularmente quando esta é cultivada no verão subsequente a cultura do milho de inverno. Considerando a produtividade média obtida com a soja no sistema de sucessão com o milho safrinha, em relação à observada na sucessão com o trigo, o ganho acumulado na produtividade da oleaginosa correspondeu a 17% (FRANCHINI, 2011).

Sistemas de sucessão ou monocultura não atendem os princípios de fundamentação do sistema de plantio direto, pela não realização da rotação de culturas, embora seja cultivado em área onde não há revolvimento do solo. A não observância do princípio da rotação de culturas compromete, ao longo dos anos, a produtividade e os custos de produção, devido ao aumento de doenças, de pragas, de plantas daninhas específicas e, em alguns casos, menor disponibilidade de alguns nutrientes, como: N, P, K e Mg (SECRETI, 2017).

Cabe destacar que áreas em pousio são áreas não cultivadas que possuem resíduos do cultivo de verão e crescimento espontâneo de plantas daninhas, que quando dessecadas servem de cobertura de solo, sendo extremamente variável em quantidade e qualidade, e não recomendado pelo elevado custo com herbicidas (LEAL et al. 2005). Rizzardi e Silva (2006) afirmam que sistemas com elevada quantidade de massa seca distribuída sobre o solo dispensam controle químico de plantas daninhas, o que não ocorre nesta combinação, pois o solo no período de outono–inverno fica exposto e possibilita o desenvolvimento de plantas daninhas, gerando um custo para controle antes da implantação da nova safra de verão. Como constatado no (Quadro 1) a menor produtividade da cultura da soja obtida foi no sistema pousio/soja verão 4.277 kg ha⁻¹.

Como consideração final podemos afirmar que as mudanças advindas do bom manejo do solo no SPD ocorrem de maneira gradativa em função da reorganização da estrutura química, física e biológica do solo, através do efeito das raízes e do aumento dos teores da matéria orgânica com reflexo na liberação de ácidos orgânicos, que contribui para liberação de nutrientes e complexão de elementos tóxicos como o alumínio. A utilização de leguminosas solteira ou consorciadas com gramíneas tem efeito positivo no aporte de nitrogênio ao solo que vai beneficiar as culturas do milho e da soja na rotação. Mesmo a soja tendo habilidade de fixação biológica de N, nos estádios iniciais da planta é baixa a fixação biológica e neste caso, a liberação do nitrogênio orgânico pela decomposição das leguminosas.

5. CONCLUSÃO

A cultura antecessora interfere na altura de planta, altura de inserção de vagem e na produtividade da cultura da soja. A soja semeada em sucessão as culturas do milho, milho + braquiaria, brachiara + ervilhaca peluda, Milho+ *Crotalaria spectabilis*, Cártamo e Níger apresenta maiores produtividades. As culturas oleaginosas e as gramíneas no sistema de sucessão de culturas não provocaram efeitos negativos na produtividade de soja. A associação de leguminosa com gramínea é uma boa alternativa para rotação de cultura.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAG. Associação brasileira do agronegócio 2015. Disponível em: <http://www.abag.com.br/media/pdfs-congresso/2015/abag-congresso-final-1609.pdf>. acesso em maio 2017.
- ACOSTA, J. A. de A.; AMADOR, T. J. C.; SILVA, L. S. da; SANTI, A.; Weber, M. A. Decomposição da fitomassa de plantas de cobertura e liberação de nitrogênio em função da quantidade de resíduos aportada ao solo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 44, n. 5, p. 801- 809, 2014.
- AITA, C. e GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [online]. 2003, vol.27, n.4, pp.601-612. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000400004>
- ALCÂNTARA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A.; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.277-288, 2000.
- ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, v.22, n.208, p.25-36, jan.lfev. 2001.
- AMADO, T.J.C.; FERNANDES, S.B.V.; MIELNICZUK, J. Nitrogen availability as affected by ten years of cover crop and tillage systems in southern Brazil. **J. Soil Water Conservation.**, v.53:p.268-272, 1998.
- AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.241-248, 2002.
- AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.35, n.1, p.47-54, 2000.
- AMBROSANO L. Avaliação de plantas oleaginosas potenciais para cultivo na safrinha [dissertação]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2012.
- ANDRIOLI, I; BEUTLER, A.N; CENTURION, J.F; . Produção de milho em plantio direto com adubação nitrogenada e cobertura do solo na pré-safra. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, vol.32, no.4 Viçosa July/Aug. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010006832008000400034&lang=pt . Acesso em: 20 abr. 2014.
- ARAÚJO–JUNIOR, C.F.; DIAS JUNIOR, M.S.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALCÂNTARA, E.N. Capacidade de suporte de carga e umidade crítica de um Latossolo

induzida por diferentes manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.115-131, 2011.

BARROS, T. D.; JARDINE, J. G. Nabo forrageiro. Campinas: EMBRAPA, 2006. (Agencia Embrapa de informações tecnológicas).

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; CERETTA, C.A. Effect of no-till cropping systems on soil organic matter in a sandy clay loam Acrisol from southern Brazil monitored by electron spin resonance and nuclear magnetic resonance. **Soil Till. Res.**, 53:95-104, 2000.

BERGAMIN, A.C. Indicadores da qualidade estrutural de um Latossolo cultivado com oleaginosas em sistemas de sucessão com soja e milho. 2012. 115 p. **Tese (Doutorado em agronomia)** – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M.; AGUIAR, R. A.; MESQUITA, G. M. Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes dos capins braquiária e mombaça, em condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia**, v. 40, n. 3, p. 370-377, 2010. Disponível em: Acesso em: 2 mar. 2013.

BEZERRA, A. R. G. et al. Importância econômica. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. (Org.). **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015.

BORÉM, A.. Escape gênico: os riscos do escape gênico da soja no Brasil. **Biociência**, Brasília, v. 10, p. 101-107. 2000.

BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, p.83-87, 2004.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K.; ROSCOE, R. Efeito de adubações de plantio e cobertura sobre a produtividade de crame cv. FMS Brilhante após soja e milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4; **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS**, 1., João Pessoa, 2010. Anais...Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p.652-657.

CASTRO, A.M. C., PREZOTTO A. L. Desempenho agrônomico do milho em sistema de adubação verde. **Agrarian**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 35-44, 2008.

CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.; GUIMARÃES, M.D.F.; FONSECA, I.C.B. Aggregate stability under different soil management systems in a Red Latosol in the state of Paraná, Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.65, p.45-51, 2002.

[CAVALIERI, K. M. V.](#); [SILVA, Á. P. da](#); [ARVIDSSON, J.](#); [TORMENA, C. A.](#) Influência da carga mecânica de máquina sobre propriedades físicas de um Cambissolo Háplico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 477-485, jun. 2009.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO L. M. M.; GRIGOLLI, P. J.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em

sistema de consórcio milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.16, n.1, p.37–43, 2012.

CONAB, **Acompanhamento safra brasileira de grãos**, v. 3 – Safra 2015/16, n. 12 – Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1- 182, setembro 2016.

[CONCEICAO, P.C.](#); [AMADO, T.J.C.](#); [MIELNICZUK, J.](#); [SPAGNOLLO, E.](#) Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v. 29, n. 5, p. 777-788, Oct. 2005.

CORRÊA, J. C.; SHARMA, R. D. Produtividade do Algodoeiro herbáceo em plantio direto no cerrado com rotação de cultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.39, n. 1, p. 41-46, 2004.

DONEGA, A.J.; SANTOS, E.L. Produtividade de soja em função da cultura antecessora e do manejo do solo. **Revista Cultivando o Saber**, p. 76-87, 2015.

DUARTE JUNIOR, J. B.; COELHO, F. C. **Rotação de Culturas**. Manual Técnico, 22. Programa Rio Rural: Niteroi, RJ, 2010. 13 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília, 2006. 306 p.

EMBRAPA. 1997. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2ª ed. rev. atual. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Rio de Janeiro, 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos; 1).

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de soja** – Região Central do Brasil, Londrina: Embrapa Soja, 2013, 268p. (Embrapa Soja, Sistemas de Produção, n. 16)

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Soja em números (safra 2015/2016). **Embrapa Soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 17 set. 2016.

EMBRAPA SOJA. Tecnologia de produção de Soja região central do Brasil: **Manejo do solo**. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/producaosoja/manejo.htm>> Acesso em: Fevereiro, 2016.

ENSINAS, S. C. Culturas de cobertura isoladas e/ou consorciadas na produção de massa seca, produtividade de milho e soja, atributos químicos e matéria orgânica do solo. **Tese (Doutorado em Agronomia)** – Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS: UFGD, 98f. 2015.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA (FEBRAPDP).: A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira. **Foz do Iguaçu: Parque Itaipu**, 2015, 144 p.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA (FEBRAPDP). Programa de Estímulo à Qualidade do Sistema de Plantio Direto na Palha, na Bacia Hidrográfica Paraná 3. DEZEMBRO/2009 disponível em: www.febrapdp.org.br acessado em 20/04/2017.

FEIZI, M.; HAJABBASI, M. A.; MOSTAFAZADEH-FARD, B. Saline irrigation water management strategies for better yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in an arid region. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 4, n. 6, p. 408-414. 2010.

FOLONI, J.S.S.; LIMA, S.L.; BÜLL, L.T. Crescimento aéreo e radicular da soja e de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.49-57, 2006.

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 38:2116-2120, 2009.

FRANCHINI R.G. Estudos de sistemas de produção, envolvendo rotação de culturas, com ênfase em culturas para produção de grãos, de óleo e de torta em plantio direto [tese]. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados; 2014.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M. da; DEBIASI, H.; TORRES, E. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. 21. Ed., 52p. n. 327. VI. **Série**. 2011.

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

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H. Rotação de culturas: prática que confere maior sustentabilidade à produção agrícola no Paraná. *Informações agrônomicas*, São Paulo, n. 134, p.7-31, 2011.

FREITAS, M. E., SOUZA, L.C.F., SALTON, J., SERRA, A. P., MAUAD, M., CORTEZ, J. W., MARCHETTI, Marlen Estevão Crop rotation effects on soybean performance under no-till system. Australian: **Australian Journal of Crop Science** . , AJCS 10(3): 353-361, 2016.

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

Fundação MS, Crambe 2017. <http://www.fundacaoms.org.br/produtos/crambe> . Acesso em maio de 2017.

GIACOMINI, S. J.; JANTALIA, C.; AITA, C.; SANTOS, G. F.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. Biomassa microbiana e potencial de mineralização do carbono e do nitrogênio do solo em sistemas de preparo e de culturas - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Solos, Santa Maria, RS. 2006.

GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; CUNHA, T. J. F.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais para utilização no semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica, Fortaleza**, v. 42, n. 3, p. 611- 618, 2011.

GUIMARÃES, F.S.; REZENDE, P.M.; CASTRO, E.M.; CARVALHO, E.A.; ANDRADE, M. J.B.; CARVALHO, E.R. Cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de LavrasMG. **Ciência e agrotecnologia**. v.32, n.4, p. 1099-1106. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (**IBGE**). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro v.30 n.2 p.1-83. Fevereiro.2017.

LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. Soil ecology. Amsterdam: **Kluwer Scientific Publications**, 654p. 2001.

LAZZAROTTO, J. J. e HIRAKURI, M. H. Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro. Londrina: **Embrapa Soja**, p. 46, 2010. (Embrapa Soja. Documentos, 319).

LEAL, A.J.F.; LAZARINI, E.; TARSITANO, M. A. A. SÁ, M. E. de; GOMES JUNIOR, 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**, [s.l.], v. 4, n. 3, p.298-307, 30 dez. 2005. Revista Brasileira de Milho e Sorgo.

LEANDRO H. M.; ASMUS G. L. Rotação e sucessão de culturas para o manejo do nematoide reniforme em área de produção de soja. **Ciência Rural, Santa Maria**, Online 2014.

LIMA, V.M.P.; OLIVEIRA, G.C.; SERAFIM, M.E.; CURI, N.; EVANGELISTA, A.R. Intervalo hídrico ótimo como indicador de melhoria da qualidade estrutural de Latossolo degradado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.71-78, 2012.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.133-146, 2009.

MANCIN, C.R.; SOUZA, L.C.F.; NOVELINO, J.O.; MARCHETTI, M.E.; GONÇALVES, M.C. Desempenho agrônomo 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.

MAPA –Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Exportação. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/exportacao>>. Acesso em: 18 set. 2016.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISLOI, E. Palhada de sorgo guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF**, v. 39, n. 6, p. 539-542, 2004.

MATEUS, P. G.; SANTOS, N. C. B. Sistema plantio direto e a conservação dos recursos naturais. **Pesquisa e tecnologia apta regional**. v. 9, n. 2, Jul-Dez 2012.

MESCHEDE, D. K.; FERREIRA, A. B.; RIBEIRO JÚNIOR, C. C. Avaliação de diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no Cerrado. **Planta Daninha, Viçosa-MG**, v. 25, n. 3, p. 465-471, 2007.

MENEZES L. A. S.; LEANDRO W. M. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 34 (3): 173-180, 2004.

MENEZES, L.A.S.; LEANDRO, W.M.; OLIVEIRA JUNIOR, J.P. de; FERREIRA, A.C.B.; SANTANA, J. das G.; BARROS, R.G. Produção de fitomassa de diferentes espécies, isoladas e consorciadas, com potencial de utilização para cobertura do solo. **Bioscience Journal**, v.25, p.7-12, 2009.

MONSANTO. Variedade de soja Monsoy 6410 tecnologia intacta. <<http://www.monsoy.com.br/variedades.monsoy>>. Acesso em: 10 set. 2016.

MOREIRA, T. **Federação da Agricultura do Estado do Paraná**. Curitiba: DTE/FAEP. Análise do DTE/FAEP sobre o relatório USDA das culturas de soja/milho/trigo. Abril, 2016.

MOTA, J. C. A.; FREIRE, A. G.; ASSIS JUNIOR, R. N. de. Qualidade física de um cambissolo sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 1196-1206, out. 2013.

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, Brasília**, v.43, n.7, p.815-823, 2008.

PACHECO, L.P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.O.A.; ASSIS, R.L.; COBUCCI, T.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.46, n.1, p.17- 25, 2011.

PACHECO L. P.; BARBOSA, J. M.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS R. L.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura e produtividade de soja e arroz em plantio direto **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v.48, n.9, p.1228-1236, set. 2013.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P. T. S.; 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 de Solo**, Viçosa, v. 35, p. 1777-1785, set./out . 2011.

PAULETTI, V.A. Importância da palhada e da atividade biológica na fertilidade do solo. In: curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo em plantio direto, 3., 1999, Cruz Alta. **Anais**. Passo Fundo: Aldeia Norte, p. 56-66. 1999.

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

PELUZIO, J. M.; VAZ-de-MELO, A.; COLOMBO, G. A.; SILVA, R. R.; AFFERRI, F. S.; MIRANDA, L. P.; BARROS, H. B. Efeito da época e densidade de semeadura na produtividade de grãos de soja na Região Centro-Sul do estado de Tocantins. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnológica**. v.3. n.3. p.145-153. 2010.

PILETTI, L. M. M. da S. **Desempenho agrônômico de milho e soja em diferentes sistemas de rotação de culturas**. Dourados, 2016. 76p. Tese (**Doutorado em Produção Vegetal**). Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados.

RAMOS, M. R. Soil, water and nutrient loss under conventional and organic vegetable production managed in small farms versus forest system. **Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics, Kassel**, v. 115, n. 1, p. 131–40, 2014.

RANELLS, N.N.; WAGGER, M.G. Nitrogen release grass and legume cover crop monocultures and bicultures. **Agron. J.**, 88:777-782, 1996.

RIZZARDI, M.A.; SILVA, L.F.. Influência das coberturas vegetais antecessoras de aveia-preta e nabo forrageiro na época de controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 24, n. 4, p.669-675, dez. 2006.

ROSA FILHO G.; CARVALHO M. P.; ANDREOTTI M.; MONTANARI R.; BINOTTI F. F S.; GIOIA M. T. Variabilidade da produtividade da soja em função de atributos físicos de um latossolo vermelho distroférico sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** vol.33 no.2 Viçosa Mar./Apr. 2009

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.355-362, 2003.

SANTOS, H. P. DOS; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T. Rendimento de grãos de soja em sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno e perenes, sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.10, n.1-2, p.35-45, 2004. http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/1398798157_art_04.pdf . 20 Out. 2016.

SANTOS, H. P. DOS; REIS, E. M. Rotação de culturas em plantio direto. 2. ed. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2003. 212p.

SCHOENHOLTZ, S. H.; VAN MIEGROET, H.; BURGER, J. A. A review of chemical and physical properties as indicators of 355 forest soil quality: challenges and

opportunities. **Forest Ecology Management, Austrália**, v. 138, n. 1/3, p. 335-356, Nov. 2000.

SECRETI, M. L. **Aporte de carbono no solo em sistemas com culturas diversificadas em mato grosso do sul. Dourados, 2017. 87p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)**. Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados.

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; IMHOFF, S. Intervalo hídrico ótimo. In: MORAES, M. H. et al. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5: p.75-88, 2006.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; BANYS, V.L. Fitomassa e acúmulo de nitrogênio, em espécies vegetais de cobertura do solo para um Latossolo Vermelho distroférico de Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, p.525-531, 2008.

SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação. 2.ed.** Brasília, Embrapa informação tecnológica, 2004, p.81-96

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 25, p. 395-401, 2001.

TIECHER, T. Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre UFRGS. 180 p. 2016.

TOMM, G. O. Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul. Passo Fundo: MAPA, 2007.

UNIFERTIL UNIVERSAL DE FERTILIZANTES. Manejo de cobertura vegetal, Canoa- RS, maio, 2015. Disponível em: <
<http://www.unifertil.com.br/admin/files/rc20150513140639.pdf>>

VALE, N. K. A. Trajetória da produtividade da soja em função da variabilidade das chuvas no estado de Goiás. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás - UFG, **Programa de Pós-Graduação em Agronegócio**. 63 f. 2017.

WEISS, E.A. Oil seed crops. 2th. Malden: **Blackwell Science**, 2000. p. 259-273.

ZOTARELLI, L. Balanço de nitrogênio na rotação de culturas em sistema de plantio direto e convencional na região de Londrina - PR. 2000. 134p. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ANEXOS

Anexo 1

Análise química do solo amostrado na camada de 0-40 cm em março de 2009. Dourados, MS, 2017.

Camada (cm)	M,O (g dm ⁻³)	pH (CaCl ₂)	P (mg dm ⁻³)	K -----	Al	Ca	Mg (mmolc dm ⁻³)	H+Al	SB	CTC	V (%)
0-5	28,07	4,80	11,00	4,40	0,60	36,00	19,00	50,00	59,40	109,40	54,00
5-10	27,63	4,60	10,00	2,10	0,60	28,00	12,88	66,00	42,98	108,98	39,43
10-20	22,03	4,40	8,00	1,20	14,10	19,00	8,00	89,00	28,20	117,20	24,00
20-40	22,32	4,50	9,00	1,50	8,00	16,00	6,00	72,00	23,50	95,50	24,00

Anexo 2: As Figuras 1 e 2 mostram imagens aéreas da área experimental com a semeadura das culturas de outono inverno e da soja e milho na sucessão, no ano agrícola 2015/2016.



Figura 1: Vista aérea do experimento mostrando as parcelas com os tratamentos de rotação semeadas com as culturas de outono inverno de 2015.



Figura 2: Vista aérea do experimento mostrando as parcelas com os tratamentos de rotação semeadas com as culturas de soja e milho no ano agrícola 2015/16.