

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO  
MILHO EM FUNÇÃO DA CULTURA ANTECESSORA EM  
SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

MARÍA EMILIA BRUSQUETTI GONZÁLEZ

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2019

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO  
MILHO EM FUNÇÃO DA CULTURA ANTECESSORA EM  
SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

**MARÍA EMILIA BRUSQUETTI GONZALEZ**  
Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA

Dissertação 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


**COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO MILHO EM  
FUNÇÃO DA CULTURA ANTECESSORA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

por


María Emilia Brusquetti González


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

Aprovado em: 04/04/2019.

  
Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza  
Orientador - UFGD/FCA

  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Alessandra Mayumi Tokura Alovise  
UFGD/FCA

  
Prof. Dr. Antonio Carlos Tadeu Vitorino  
UFGD/FCA

  
Prof. Dr. Mateus Luiz Secretti  
UNGRAN

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

G643c Gonzalez, Maria Emilia Brusquetti

Componentes de produção e produtividade do milho em função da cultura antecessora em sistemas de produção [recurso eletrônico] / Maria Emilia Brusquetti Gonzalez. -- 2019.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Prof. Dr. 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. Cultura antecessora. 2. Sistema de plantio direto. 3. Milho. I. Souza, Prof. Dr. 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.

*Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.*

*Madre Teresa de Calcuta*

*No final tudo vai dar certo.*

*Anônimo*

***A Dios, mi  
familia y a las  
personas que  
me quieren  
bien.  
DEDICO***

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Grande Dourados, que me proporcionou a oportunidade de cursar Pós-Graduação em curso de excelência como o Curso de Mestrado em Agronomia.

Ao Coordenador do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados, Prof. Dr. André Luis Duarte Goneli pela acolhida e tratamento humano.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza, pela paciência, orientação acadêmica e profissional durante o mestrado.

À Secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Maria Lúcia Teles pela presteza e consideração.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro neste período.

A todos os professores da pós-graduação que contribuíram para a minha formação.

Ao amigo de pós-graduação Izaias Rodrigues da Silva pela ajuda desde o começo do mestrado por estar sempre nos bons e maus momentos, obrigada por ser uma mão amiga e nunca me deixar cair, não vou esquecer jamais.

Aos diretivos da Universidade Nacional de Concepción, Faculdade De Ciências Agrarias pela confiança e oportunidade que me deram para continuar a minha formação acadêmica e profissional.

À minha mãe Emilia María González Fernández, pelo amor, carinho, atenção, apoio e incentivo desde o primeiro dia, por ser sempre mulher determinada, inteligente, que me ajudou a compreender que o conhecimento e o melhor caminho.

A todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho e para a minha formação.

**SUMÁRIO****PÁGINA**

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. A cultura do milho.....	3
2.2. Exigências nutricionais do milho.....	4
2.3. Plantas de cobertura, rotação de culturas e o sistema de plantio direto.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
3.1. Local do experimento.....	10
3.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	11
3.3. Determinações.....	14
3.4. Análises estatística.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
5. CONCLUSÕES.....	25
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

## LISTA DE QUADROS

	PÁGINA.
<b>Quadro 1.</b> Extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção de grãos e silagem em diferentes níveis de produtividade.....	5
<b>Quadro 2.</b> Análise química do solo amostrado na camada de 0 – 10 cm em outubro de 2015. Dourados-MS, 2018.....	11
<b>Quadro 3.</b> Sequência ordenada da sucessão de culturas do experimento na safra agrícola 2017/18. Dourados, MS, 2018.....	12
<b>Quadro 4.</b> Características dos Estádios Fenológicos do milho no momento que foram amostradas plantas e espigas para determinação da massa da matéria seca. Dourados MS, 2018.....	13
<b>Quadro 5.</b> Valores médios da massa da matéria seca da parte aérea da planta de milho em função da cultura antecessora. Dourados – MS, 2017/18.....	17
<b>Quadro 6.</b> Valores médios de diâmetro de colmo (mm) e altura de planta (m) no milho em função da cultura antecessora. Dourados-MS, 2017/2018.....	18
<b>Quadro 7.</b> Análise de variância de massa seca de 100 grãos, em função das culturas antecessoras na safra 2017/18. Dourados – MS, 2018.....	20
<b>Quadro 8.</b> Valores médios de comprimento de espigas (cm), diâmetro de espigas (mm), número de grãos por espiga, massa da matéria seca de mil grãos (g) e produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> ) da planta de milho em função da cultura antecessora. Dourados-MS, 2017/2018.....	21
<b>Quadro 9.</b> Valores médios dos teores foliar do milho em função das culturas antecessoras na safra 2017/18. Dourados – MS, 2018.....	24



**LISTA DE FIGURAS**

PAGINA.

**Figura 1.** Precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas por decênio no período de outubro de 2017 a outubro de 2018, em Dourados – MS.

Fonte: EMBRAPA (2018) ..... 10

## COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO MILHO EM FUNÇÃO DA CULTURA ANTECESSORA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Autor: Eng. Agrônoma María Emilia Brusquetti González  
Orientador: Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza

**RESUMO** - As culturas de sucessão no sistema de plantio direto, podem melhorar os atributos do solo, favorecendo o crescimento e desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.) e contribuindo para o aumento da produtividade dos grãos. Objetivou-se com este trabalho, verificar o efeito das culturas no crescimento e desenvolvimento da planta de milho semeado no verão e sua influência na produtividade de grãos. Para o estudo, utilizou-se um experimento implantado num Latossolo Vermelho Distroférico na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, no município de Dourados em Mato Grosso do Sul na safra 2017/2018. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com dez tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas culturas antecessoras ao milho, como milheto (*Pennisetum glaucum* L.), canola (*Brassica napus*), aveia (*Avena sativa*), cártamo (*Carthamus tinctorious*), níger (*Guizothia abyssinica*), ervilhaca (*Vicia sativa*), crotalária (*Crotalaria juncea*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*). As culturas antecessoras influenciam positivamente na massa da matéria seca da parte aérea da planta, na massa da matéria seca de 1.000 grãos e na produtividade da cultura do milho de verão semeado sobre a palhada remanescente de milheto, aveia, níger, *Crotalaria juncea*, ervilhaca e nabo forrageiro.

**Palavras chave:** *Zea mays* L., rotação de cultura, sistema de plantio direto.

## COMPONENTS OF CORN PRODUCTION AND PRODUCTIVITY IN THE FUNCTION OF PRECURSOR CULTURE IN PRODUCTION SYSTEMS

Autor: Eng. Agrônoma María Emilia Brusquetti Gonzalez  
Adviser: PhD. Luiz Carlos Ferreira de Souza

**ABSTRACT** - Succession crops in the no-tillage system can improve soil attributes, favoring the growth and development of corn (*Zea mays* L.) and contributing to the increase of grain yield. The objective of this work was to verify the effect of the crops on the growth and development of the corn plant sown in the summer and its influence on grain yield. For the study, an experiment was carried out in a Dystroferric Red Latosol of the Experimental Farm of the Faculty of Agrarian Sciences of the Federal University of Grande Dourados, in the municipality of Dourados in Mato Grosso do Sul State (Brazil) in the 2017/2018 harvest. The experimental design was a randomized block with ten treatments and four replications. The treatments consisted of predecessor crops such as millet (*Pennisetum glaucum* L.), oilseed rape (*Brassica napus*), oats (*Avena sativa*), safflower (*Carthamus tinctorious*), níger (*Guizothia abyssinica*), common vetch (*Vicia sativa*), showy rattlebox (*Crotalaria juncea*), and radish (*Raphanus sativus*). The predecessor crops influenced the dry matter mass of the aerial part of the plant, the dry matter mass of 1,000 grains and the maize crop yield, summer corn sown on straw of millet, oats, Niger, *Crotalaria juncea*, vetch and forage turnip has the highest yields.

**Key words:** *Zea mays* L., development, no-tillage system.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos do mundo e figura entre os maiores produtores de grãos (Dall’Agnol, 2018). A produção brasileira de grãos está estimada atualmente em 229,53 milhões de toneladas, para a safra 2017/18 (CONAB, 2018). Deste montante produzido, destacam-se as culturas de milho e soja, responsáveis por 87% do total produzido.

O Estado de Mato Grosso do Sul é atualmente o terceiro maior produtor de grãos, responsável pela produção de 17 milhões de toneladas de grãos, dos quais 52% são constituídos pelo milho e 41% pela soja (CONAB, 2018). A produtividade média do milho no verão é maior do que na safrinha (CONAB, 2018); na safra de 2017/2018 produziu em média 8.500 kg ha<sup>-1</sup> enquanto na safrinha do mesmo ano agrícola a produtividade média foi de 5.640 kg ha<sup>-1</sup>.

O sistema de plantio direto (SPD) é conceituado como a forma de manejo conservacionista que envolve todas as técnicas recomendadas para aumentar a produtividade, conservando ou melhorando continuamente o ambiente. Fundamenta-se no revolvimento mínimo do solo, na cobertura permanente e na rotação de culturas (HECKLER e SALTON, 2002).

A rotação de culturas consiste em alternar, em um mesmo local, diferentes culturas em uma sequência regular e lógica (SOUZA, 2012). Esta técnica juntamente com a cobertura permanente e a ausência de revolvimento do solo, compõem os princípios SPD. A rotação de culturas contribui para a melhoria e manutenção da fertilidade do solo; menor incidência de pragas, doenças e plantas daninhas na lavoura; maior diversificação de culturas na propriedade; reduzindo os riscos de insucesso na atividade agrícola e a manutenção e melhoria da produtividade das culturas (FIDELIS et al., 2003). A ausência dessa prática determina o surgimento de alterações de ordem química, física e biológica no solo, que podem comprometer a estabilidade do sistema produtivo (FRANCHINI et al., 2011).

Uma característica importante que se deve levar em consideração na escolha das espécies para compor os sistemas de rotação é a relação C/N. De acordo com Moreira e Siqueira (2002), na presença de fitomassa com concentração de N alta e, conseqüentemente, relação C/N baixa, como as leguminosas de maneira geral, a demanda dos microrganismos decompositores é satisfeita rapidamente, e o N em excesso passa a ser liberado no solo.

Por outro lado, se a concentração de N dos resíduos vegetais for baixa (relação C/N alta), 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, o que geralmente acontece com gramíneas de maneira geral. Entretanto, plantas com relação C/N alta apresentam decomposição mais lenta, promovem maior cobertura do solo no decorrer do tempo quando comparadas às plantas com relação C/N mais baixa (ANDREOLA et al., 2000; PERIN et al., 2004).

Existem evidências pelo potencial do uso de culturas como canola, nabo forrageiro, cártamo, crotalária, crame e níger, na obtenção do biodiesel e como adubo verde. A utilização destas culturas no sistema de rotações de culturas poderia melhorar sobremaneira o rendimento das culturas do milho e soja em regiões tradicionalmente produtoras

Diante do exposto, os objetivos do trabalho foram verificar o efeito das culturas antecessoras no crescimento e desenvolvimento da planta de milho semeado no verão e sua influência na produtividade de grãos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A cultura do milho

Originário da América Central, o milho tem sido desenvolvido nos últimos oito mil anos. Na América do Sul, o milho era cultivado pelos indígenas sob diferentes condições, épocas de semeadura e altitudes, principalmente, pela grande variabilidade genética existente e especificidade desenvolvida pela cultura. Na sequência, variedades de milho indígenas foram melhoradas pelos povos ocidentais do hemisfério Norte, que desenvolveram as primeiras raças comerciais, que mais tarde foram reintroduzidas na América do Sul, dando origem às raças recentes (PATERNIANI et al., 2000).

O milho (*Zea mays* L.), pertence à família Gramineae/Poaceae, é uma planta herbácea e monóica, com ciclo bastante variado, mas nas condições brasileiras, as cultivares completa o seu ciclo em 110 a 180 dias. Da emergência à colheita o ciclo pode ser descrito como: superprecoce, precoce e normal (FANCELLI e DOURADO-NETO, 2004).

O milho possui raízes fasciculadas em que estão presentes raízes primárias e seminais, adventícias e de suporte. As folhas são longas e lanceoladas, com nervura central em forma de canaleta, bem vigorosa; as folhas são invaginantes e inserem-se por nós do colmo, apresentando pilosidades. O colmo suporta as folhas e partes florais, além de servir como órgão de reserva. As flores masculinas se agrupam numa panícula no topo da planta, enquanto que as femininas são constituídas pelas espigas. O florescimento ocorre aproximadamente de 50 a 100 dias após semeadura e é afetado principalmente pela temperatura (EMBRAPA, 2017).

A planta é cultivada em praticamente todas as regiões agrícolas do mundo, constituindo-se como fonte de carboidratos e energia tanto para a alimentação humana como para alimentação animal. Os Estados Unidos da América são os maiores a nível mundial, sendo o Brasil o terceiro maior produtor. Na safra brasileira de 2017/2018 foram produzidas cerca de 81,0 milhões de toneladas do milho (IBGE, 2018), em diferentes sistemas produtivos, o milho é cultivado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

A principal utilização do milho é como constituinte de rações para nutrição de suínos, aves e bovinos (ABIMILHO, 2016). Embora a principal utilização seja como fonte de energia representado pelo amido presente nos grãos, o milho também pode ser

empregado como matéria prima em diferentes segmentos e produtos, tendo mais de 3.500 formas de utilização direta e indireta (CRUZ et al., 2011).

A cultura do milho é produzida no Brasil em duas safras no mesmo ano agrícola, constituídas pela primeira safra (verão) e segunda safra (inverno). Mais recentemente, tem-se aumentado a produção do milho de 2ª safra como forma compensatória devido ao decréscimo na área semeada na 1ª safra, por causa da concorrência com a soja. Embora semeada em condição menos favorável de clima, a 2ª safra é conduzida dentro de sistemas de produção que gradativamente são adotados a essas condições, e contribuem para elevar a produtividade da lavoura dessa época (EMBRAPA, 2012).

Para assegurar a sustentabilidade da safra do milho é fundamental que esteja inserido em um sistema de rotação de culturas diversificado, que produza quantidade adequada de resíduos culturais na superfície do solo. A cultura de milho é importante para compor os sistemas de rotação de culturas, tanto no verão, como no inverno (FRANCHINI et al., 2011). Na rotação de milho com leguminosas, pode se reduzir cerca de 50% da dose de nitrogênio, devido a maior disponibilização de N no solo por estas últimas (LOPES et al., 2004).

Considerando o exposto, aumentar a produção agrícola e conservar os recursos naturais é o paradigma preconizado para o desenvolvimento sustentável dos agroecossistemas, sendo a prática de introdução de espécies de cobertura do solo viável para contribuir no restabelecimento do equilíbrio do sistema e proporcionar aumento da produtividade (LUIS, 2016).

## **2.2 Exigências nutricionais do milho**

As necessidades nutricionais de qualquer planta são determinadas pela quantidade de nutrientes utilizados durante o seu ciclo. Esta extração total dependerá, portanto, da produtividade obtida e da concentração de nutrientes nos grãos e na palhada. Assim, tanto na produção de grãos, como na de silagem será necessário colocar à disposição da planta a quantidade total de nutrientes que esta extrai e que devem ser fornecidos pelo solo e por meio de adubações. Dados médios de experimentos conduzidos por COELHO et al. (2006), com doses moderadas a altas de fertilizantes, dão uma ideia da extração de nutrientes pelo milho, cultivado para produção de grãos e silagem (Quadro 1). Observa-se que a extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio aumenta

concomitantemente com o aumento da produtividade, e que a maior exigência do milho refere-se ao nitrogênio e potássio, seguindo-se pelo cálcio, magnésio e fósforo.

Com relação aos micronutrientes, as quantidades requeridas pelas plantas de milho são muito pequenas. Por exemplo, para uma produtividade de 9 t de grãos há<sup>-1</sup>, são extraídos: 2.100 g de ferro, 340 g de manganês, 110 g de cobre, 400 g de zinco, 170 g de boro e 9 g de molibdênio. Entretanto, a deficiência de um deles pode ter tanto efeito na desorganização de processos metabólicos quanto na deficiência de um macronutriente como, por exemplo, o nitrogênio (COELHO et al., 2002).

Dentre os nutrientes, a importância do nitrogênio e do potássio sobressai quando o sistema de produção agrícola passa de extrativa, com baixas produções por unidade de área, para uma agricultura intensiva e tecnificada, com o uso da irrigação. Em condições de baixa produtividade, em que as exigências nutricionais são menores (Quadro 1), mesmo uma modesta contribuição do nitrogênio e do potássio suprida pelo solo pode ser suficiente para eliminar o efeito da adubação com estes nutrientes e tornar a produção mais sustentável (COELHO et al., 2006).

**Quadro 1.** Extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção de grãos e silagem em diferentes níveis de produtividade.

Tipo de exploração	Produtividade	Nutrientes extraídos				
		N	P	K	Ca	Mg
	t/ha	-----Kg/há <sup>-1</sup> -----				
Grãos	3,65	77	9	83	10	10
	5,80	100	19	95	17	17
	7,87	167	33	113	27	25
	9,17	187	34	143	30	28
	10,15	217	42	157	32	33
Silagem (matéria seca)	11,60	115	15	69	35	26
	15,31	181	21	213	41	28
	17,13	230	23	271	52	31
	18,65	231	26	259	58	32

**Fonte:** COELHO et al. (2006).

No que se refere à exportação dos nutrientes nos grãos, o fósforo é quase todo translocado para as sementes (80 a 90%), seguindo pelo nitrogênio (75%), o enxofre (60%), o magnésio (50%), o potássio (20-30%) e o cálcio (10-15%). Isso implica que a incorporação dos restos culturais do milho devolve ao solo grande parte dos nutrientes, principalmente potássio e cálcio, presentes na palhada.



### **2.3. Plantas de cobertura, rotação de culturas e o sistema de plantio direto**

A maior parte dos nutrientes das plantas exerce a função estrutural ou como substância de reserva nos grãos. Parte do estoque de nutrientes que se encontra nos resíduos vegetais torna-se disponível para as plantas em um intervalo curto de tempo, contribuindo para a elevação da produtividade das culturas subsequentes (SOUZA e MELO, 2000).

A utilização de plantas de cobertura associadas à rotação das culturas anuais é uma das alternativas para o manejo sustentável dos solos (DAROLT, 1998). A cobertura do solo é um dos fatores mais eficientes na minimização dos efeitos indesejáveis que advêm da exploração dos solos agrícolas, devido, especialmente, à ação protetora proporcionada pelos resíduos orgânicos deixados pelas culturas. Os restos culturais que são mantidos na superfície podem promover o aumento no teor de matéria orgânica, redução da erosão e melhoria nas propriedades físicas e químicas do solo (LUIS, 2016).

A decomposição dos resíduos culturais da cultura antecessora favorece a ciclagem de nutrientes, a agregação, o armazenamento da água, manutenção ou incremento dos teores da matéria orgânica do solo quando comparados aos monocultivos anuais, com isso promovem efeitos positivos na fertilidade do solo (BOER et al., 2007). Além disso, a rotação de culturas e a manutenção de resíduos vegetais sobre o solo no SPD promovem aumento da atividade biológica (HERNANI et al., 1995), aumentam a capacidade de troca catiônica (CTC) e os teores de matéria orgânica, P e K nas camadas superficiais do solo (BAYER e MIELNICZUK, 1997; CASTRO FILHO et al., 1998; SANTOS e TOMM, 2003), bem como melhora a disponibilidade de nutrientes (ELTZ et al., 1989), altera os valores de pH e diminui a saturação por alumínio (SIDIRAS e PAVAN, 1985).

A diversidade de espécies de cobertura do solo associada ao sistema plantio direto, sucessão e rotação de culturas condicionam o manejo eficiente do solo para a máxima exploração do seu potencial em propiciar condições mais favoráveis ao desenvolvimento dos cultivos e o estoque do carbono e nitrogênio nas camadas superiores e profundas do solo (RIBEIRO et al., 2011).

A diversificação de culturas, pela exploração de diferentes regiões ou camadas do solo, podem contribuir para evitar a lixiviação, equilibrar os nutrientes do solo, aumentar a fertilidade e melhorar o uso de fertilizante mineral (ROSOLEM e CALONEGO, 2013).

O não revolvimento do solo no sistema plantio direto promove o acúmulo de resíduos orgânicos na superfície do solo com conseqüente aumento na atividade biológica e modificações na ciclagem dos nutrientes (LARA CABEZAS et al., 2000; CAMPOS, 2004).

Estudos como os de Bertol et al. (1998), Aita et al. (2001), Oliveira et al. (2004), Torres et al. (2005), Espíndola et al. (2006), Boer et al. (2007), Gama-Rodrigues et al. (2007) e Torres et al. (2008) têm demonstrado os efeitos benéficos proporcionados pelos tipos de cobertura (milheto, braquiária, *Crotalária juncea*, aveia preta) e de seus resíduos deixados sobre o solo, nos seus atributos químicos, físicos e na produtividade das culturas posteriormente cultivadas. Estas alterações são decorrentes da produção de massa seca, acúmulo e liberação de nutrientes após a decomposição dos resíduos.

O mínimo de movimentação do solo no SPD possibilita o melhor aproveitamento de adubos minerais diminuindo as perdas por lixiviação e volatilização (HERNANI et al., 1995), que irão repercutir na fertilidade do solo e na eficiência do uso de fertilizantes, que conseqüentemente poderá acarretar no aumento da produtividade das culturas cultivadas (LARA CABEZAS et al., 2004).

Os efeitos do SPD sobre os teores de carbono, nitrogênio ou de matéria orgânica do solo são observados principalmente na camada de 0-5 cm (MUZILLI, 1983; SIDIRAS e PAVAN, 1985), permanecendo restrita a esta profundidade ou chegando até 10 cm, mesmo após vários anos de implantação do SPD (BAYER e MIELNICZUK, 1997; BAYER et al., 2000; SOUZA e MELO, 2000; JANTALIA et al., 2003).

Culturas oleaginosas têm alta capacidade de exploração do solo e reciclagem de nitrogênio, proporcionando economia na adubação nitrogenada do milho cultivado após estas culturas, além de serem culturas de grande potencial energético para produção de biodiesel. Tanto o nabo forrageiro quanto as leguminosas em cultivo solteiro ou em consórcio com gramíneas, resultam em maior fornecimento de N para as culturas subsequentes como o milho, diminuindo a necessidade de aplicação de N mineral (AMADO et al., 2002).

O milho cultivado em sucessão à consorciação de aveia + ervilhaca (10% de gramínea mais 90% da leguminosa), favoreceu a absorção de N e o aumento da produtividade de grãos (HENRICHS et al., 2001).

Por outro lado, a manutenção da cobertura vegetal sobre o solo no sistema plantio direto restringe a emergência de plantas daninhas tanto pelos efeitos físicos quanto pelos efeitos alelopáticos das culturas de cobertura (LUIS, 2016). Theisen et al. (2000)

verificaram redução significativa da incidência de plantas daninhas com incremento de palhada de aveia preta na superfície do solo.

As plantas consideradas adubo verde são opções para serem inseridas no sistema de rotação de culturas e representam a efetividade do manejo sustentável. A adubação verde consiste em plantar uma espécie vegetal que, após atingir seu pleno desenvolvimento vegetativo, será cortada ou acamada, sendo sua massa deixada sobre a superfície ou incorporada ao solo, com a finalidade de manter ou aumentar o conteúdo de matéria orgânica do solo (Souza et al., 2012).

Santos et al., (2008) estudando atributos biológicos e qualidade do solo, numa área de estudo localizado no Assentamento Santa Lúcia, no município de Bonito, MS, caracterizado por um clima tropical com estação seca de inverno e chuvoso no verão (Aw) de acordo com Köppen, com 76% da precipitação anual ocorrendo de outubro a março, e temperatura média anual de 23,1°C e um solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa evidenciaram que as plantas da família das FABACEAE favorecem maior densidade relativa de microorganismos do solo, e as gramíneas favorecem os grupos da serrapilheira. Os mesmos autores observaram que a crotalária proporciona maior densidade da macrofauna, seguida pela braquiária solteira e consorciada com milho.

A utilização de pastagens em áreas de lavoura, por períodos de dois anos ou mais, pode contribuir para a melhoria da qualidade física dos solos, em função dos resíduos da parte aérea e raízes serem fundamentais para aumentarem o tamanho e a estabilidade dos agregados, favorecendo o controle da erosão e a resistência do solo à compactação (MACHADO e ASSIS, 2010).

O cultivo das plantas de cobertura do solo pode influenciar de maneira diferenciado a produtividade das culturas de milho e soja. Por outro lado, quando as gramíneas forem usadas como plantas de cobertura em sucessão com outra gramínea, e não for feita uma suplementação da fertilização nitrogenada, podem ocorrer prejuízos na produtividade de grãos (SÁ, 1993).

Ao avaliar o uso de gramínea, leguminosa e pousio no inverno, Aita et al. (2001) evidenciaram a possibilidade de redução das quantidades de N mineral aplicada ao milho, quando cultivado depois das leguminosas. Maiores produtividades de milho foram obtidas por Corá (2006), quando cultivado em sucessão com leguminosas como o guandu (*Cajanus cajan*). As leguminosas, pela sua capacidade de fixação do N atmosférico em simbiose com *Rhizobium* e a baixa relação C/N, permitem rápida decomposição e liberação

de nutrientes para a cultura em sucessão (CERETTA et al., 1994). No tratamento em que a cultura antecessora foi a crotalária, a produtividade do milho foi 18% superior ao tratamento de pousio (CARVALHO et al., 2004).

As espécies de aveia branca (*Avena sativa*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*) e ervilhaca peluda (*Vicia villosa*) proporcionam benefícios ao sistema produtivo quando são inseridas na rotação com culturas como milho, por serem importantes na reciclagem de nutrientes que são disponibilizados para as culturas sucessoras (CORTEZ et al., 2008). Segundo Wisniewski & Holtz (1997), cerca de 85% do fósforo (P) contido na biomassa de aveia foi mineralizado num período de 179 dias, tornando-se disponível às culturas em sucessão.

Plantas pertencentes à família FABACEAE, tem como particularidade o fato de formarem associações simbióticas com bactérias fixadoras de N<sub>2</sub>. Como resultado da simbiose, quantidade expressiva desse nutriente torna-se disponível às culturas após o manejo da leguminosa, o que pode representar contribuições consideráveis à viabilidade econômica e à sustentabilidade dos sistemas de produção (BODDEY et al., 1997), por reduzirem a necessidade de N sintético.

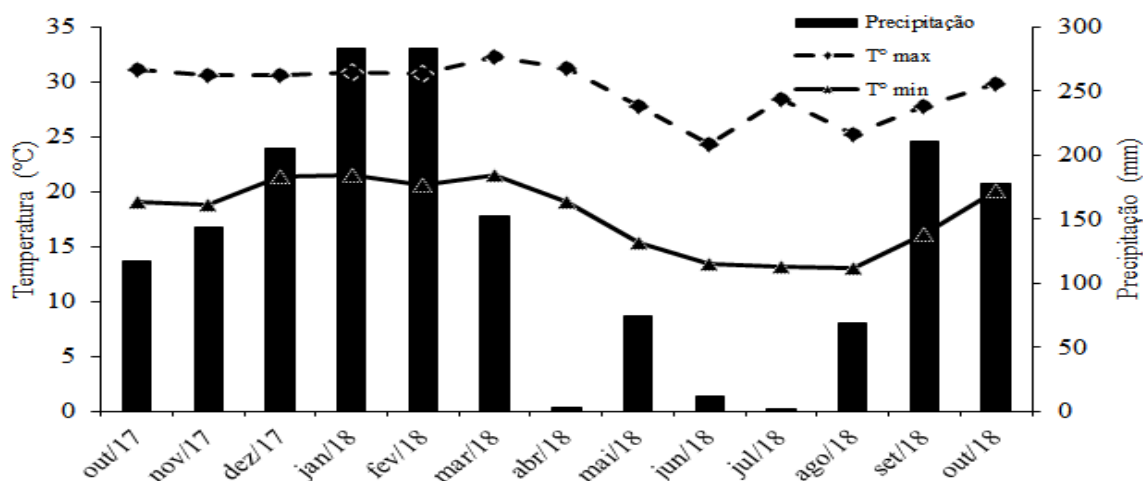
Além de culturas utilizadas como adubos verdes e que já possuem efeitos benéficos ao sistema de produção de uma forma geral, algumas culturas com potencial bioenergético (canola, cártamo, crambe, níger) podem ser inseridas no sistema de produção de forma a contribuir com a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do sistema; e também contribuir com o retorno financeiro ao agricultor (PILETTI, 2016).

Estas culturas são visadas principalmente pelo potencial na obtenção de óleos vegetais como matéria-prima para produção de biodiesel. O biodiesel surge como uma alternativa de grande potencial, visto ser obtido de fontes renováveis da biomassa, sendo considerado um combustível "ecologicamente correto", pois reduz de maneira significativa à emissão de poluentes tais como o monóxido de carbono e os hidrocarbonetos não queimados (BELTRÃO e OLIVEIRA, 2008).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local do experimento

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (FAECA/UFGD), localizada no município de Dourados, com coordenadas geográficas de latitude 22° 14'S, longitude de 54° 49'W e altitude de 458 metros; na safra 2017/18, num experimento iniciado em 2009. O clima, segundo a classificação de Köppen é Am (caracterizado como tropical com estação chuvosa no verão e seca no inverno), sendo a temperatura do mês mais quente superior a 24°C, com temperatura média de 22°C e a precipitação pluvial anual da região de 1200 a 1400 mm e a evapotranspiração real anual é de 1100 a 1200 mm.



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas por decêndio no período de outubro de 2017 a outubro de 2018, em Dourados – MS. Fonte: EMBRAPA (2018).

O solo predominante na área experimental é o Latossolo Vermelho Distroférico (SANTOS et al., 2013), textura argilosa, com fertilidade natural variável, profundo, friável e com grande homogeneidade ao longo do perfil, originalmente sob vegetação de Mata Atlântica. No mês de outubro de 2015 foi realizada análise química do solo em cada parcela experimental, na profundidade de 0 - 10 cm (Quadro 2).

**Quadro 2.** Análise química do solo amostrado na camada de 0 – 10 cm em outubro de 2015. Dourados-MS, 2018.

Trat	Rotação de Culturas											
	pH*	P	Al	Ca	Mg	H+Al	K	SB	T(pH7)	T(ef.)	V%	MO
		mg dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>								%	g kg <sup>-1</sup>
1	5,0	25,6	0,6	58,2	12,5	61,8	8,0	78,8	140,7	79,4	56,0	28,1
2	5,1	40,1	0	62,8	12,7	61,2	6,7	82,3	143,5	82,3	57,3	27,9
3	4,8	32,0	2,2	51,4	9,7	78,0	6,1	67,2	145,3	69,5	46,7	28,9
4	4,9	18,6	0,3	63,0	12,3	68,7	5,9	1,3	150,0	81,6	54,1	28,4
5	5,1	21,2	0	65,7	12,9	62,7	6,6	85,1	148,0	85,1	57,7	30,0
6	4,7	17,1	1,3	52,2	9,6	78,8	5,8	67,7	146,5	69,1	46,4	29,4
7	5,0	21,0	0	52,6	9,9	63,3	6,2	68,8	132,2	68,8	51,9	30,1
8	5,0	14,5	0,2	59,2	12,3	65,8	6,4	78,0	143,8	78,2	54,2	28,9
9	4,8	18,4	1,2	58,4	10,8	71,9	7,2	76,4	148,3	77,7	51,9	28,7
10	4,9	27,8	1,5	55,0	10,6	67,8	6,5	72,2	140,1	73,7	52,0	30,5

1= milho; 2= milho; 3= aveia preta; 4= cártamo; 5= níger; 6= ervilhaca+aveia preta; 7= crotalaria; 8= ervilhaca; 9= nabo forrageiro; 10= nabo+aveia+ervilhaca; \*pH em CaCl<sub>2</sub>; SB= soma de bases; T= capacidade de troca catiônica; ef.= efetiva; V% = saturação por bases; MO = matéria orgânica do solo.

### 3.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com dez tratamentos em quatro repetições. Os tratamentos estão apresentados no Quadro 3. Cada unidade experimental possuía 35 m de comprimento por 15 m de largura, totalizando uma área de 525 m<sup>2</sup>.

No planejamento do experimento foi determinado que as sucessões de culturas fossem avaliadas ao longo dos anos, considerando que as condições climáticas variam durante os anos. Os resultados apresentados neste trabalho são referentes ao milho semeado na 1<sup>a</sup> safra do ano agrícola 2017/2018, em sucessão com culturas oleaginosas como canola (*Brassica napus*), cártamo (*Carthamus tinctorious*), níger (*Guizothia abyssinica*), cereais como a aveia (*Avena sativa*) e adubos verdes como a crotalaria (*Crotalaria juncea*), ervilhaca (*Vicia sativa*) e o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), ocorreram no outono-inverno da safra agrícola e no verão aconteceu a rotação com milho.

Os tratamentos constaram das culturas antecessoras e estas foram implantadas no outono-inverno do ano agrícola, seguindo recomendações de semeadura e condução de acordo com cada espécie.

**Quadro 3.** Sequência ordenada da sucessão de culturas do experimento nas safras agrícolas 2015/16, 2016/17 e 2017/18. Dourados, MS, 2018.

Trat.	Ano Agrícola					
	Verão 2015/16	Out/inv 2016	Verão 2016/17	Out/inv 2017	Verão 2017/18	Out/inv 2018
1	Milho	Braquiária+ ervilhaca	Soja	Milheto	Milho	Canola
2	Milho	Ervilhaca +milho	Soja	Canola	Milho	Milheto
3	Milho	Canola	Soja	Aveia preta	Milho	Cártamo
4	Milho	Trigo	Soja	Cártamo	Milho	Aveia preta
6	Milho	Cártamo	Soja	Níger	Milho	Aveia branca
7	Milho	Crot. ochroleuca	Soja	Ervilhaca +aveia P	Milho	Juncea
8	Milho	Crambe	Soja	Crotalaria juncea	Milho	Ervilhaca +aveia P
9	Milho	Níger	Soja	Ervilhaca	Milho	Milheto
10	Milho	Ervilhaca	Milho	Milheto	Milho	Ervilhaca
11	Milho	Aveia + erv. nabo	Milho	Nabo+aveia+erv	Milho	Aveia +milheto+ervil.

A cultivar de milho utilizado foi Suprema SX7341VIP3, híbrido simples que possui ciclo precoce, elevado potencial produtivo, boa qualidade de grãos, altura de 252 cm e massa de mil grãos de 386 g (SYNGENTA, 2018).

A semeadura da crotalária, níger, nabo forrageiro (IPR 116), trigo (BRS 210), aveia, ervilhaca, canola (HYOLA 61), crambe (Brilhante FMS) e cártamo ocorreu nos dias 15 e 16 do mês de abril do ano 2017, utilizando 250 kg ha<sup>-1</sup> de 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. A densidade de semeadura utilizada para o trigo e aveia foi de 60 sementes m<sup>-1</sup>, para as demais culturas foi utilizada a densidade de 25 sementes m<sup>-1</sup>.

A semeadura de milho sobre a palhada das culturas de inverno foi realizada no dia 29 de outubro de 2017, em sistema plantio direto, utilizando-se semeadora-adubadora modelo Jumil com sete linhas de milho, espaçadas entre si a 0,9 m. A adubação de semeadura foi de 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 4-20-20 + 0,3% de B + 0,3% de Zn e a adubação de cobertura com nitrogênio foi realizada quando as plantas de milho estavam no estágio V6 (RITCHIE, 1993) com 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, no sulco aberto nas entrelinhas por equipamento apropriado para essa operação.

O controle de plantas daninhas no milho solteiro foi realizado aplicando-se 0,7 L ha<sup>-1</sup> de nicossulfuron para o controle de folhas largas e estreitas e 3,0 L ha<sup>-1</sup> de atrazina para o controle de folhas largas. O controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) foi feito em duas pulverizações com os inseticidas de princípio ativo

Flubendiamida, na dose de 70 ml ha<sup>-1</sup> p.c. e Beta-ciflutrina + Imidacloprido, na dose de 500 ml ha<sup>-1</sup> de p.c. A primeira pulverização foi feita com Flubendiamida no estágio V6 (RITCHIE et al., 1993), a segunda pulverização foi realizada com o inseticida Beta-ciflutrina + Imidacloprid, quando as plantas estavam em V8.

**Quadro 4.** Características dos Estádios Fenológicos do milho no momento que foram amostradas plantas e espigas para determinação da massa da matéria seca. Dourados MS, 2018.

Estádios fenológicos	Características
Vegetativas	V3 Todas as folhas e espigas que a planta irá produzir estão sendo formadas.
	V6 O colmo inicia um período de alongação acelerada, sistema radicular (fasciculado) está em pleno crescimento e funcionamento.
	V8 Inicia-se a queda das primeiras folhas e o número de fileiras de grãos é definido.
	VT O último ramo do pendão está completamente visível e os estilos estigmas não tenham ainda emergido.
Reprodutivas	R3 O grão apresenta aparência amarela e no seu interior um fluido de cor leitosa, representando o início da transformação de açúcares em amido.
	R4 A deposição de amido é bastante acentuada, caracterizando um período exclusivamente destinado ao ganho de peso por parte do grão.
	R5 Aparece uma concavidade na parte superior do grão (dente).
	R6 Os grãos na espiga alcançam o máximo de acumulação de peso seco e vigor. A linha de amido avançou até a espiga e a camada preta foi formada.

Fonte: Adaptado de (RITCHIE e HANWAY, 1989; MAGALHÃES, 2006).



### 3.3 Determinações

Foram realizadas as seguintes determinações para a cultura do milho

**Massa da matéria seca da parte aérea:** foram coletadas cinco plantas por tratamento nos estádios, V3, V6, V8, VT, (Quadro 4). Nos estádios V8 e VT as plantas coletadas foram trituradas em triturador elétrico, pesado e retirado uma amostra de 100 gramas que foi levado para estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 60 °C, até que atingisse peso constante. O resultado foi expresso em gramas.

**Massa da matéria seca de 100 grãos:** para determinação da massa da matéria seca de grãos foram tirados 100 grãos de 5 espigas da parte central por tratamento nos estádios R3, R4, R5, R6, (Quadro 4). O material foi seco em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 60 °C, até atingir peso constante, sendo o valor expresso em gramas.

**Altura de planta:** foi determinada com régua graduada em centímetros, tomando-se a distância entre o nível do solo e a inserção da folha bandeira. A avaliação foi realizada na fase R6 de grão duro (Quadro 4), sendo que os valores correspondem à média de cinco plantas tomadas ao acaso por parcela e os resultados foram expressos em metros.

**Diâmetro do colmo:** foi determinada tomando 5 plantas ao acaso de cada parcela no estádio R6 (Quadro 4) manualmente utilizando um paquímetro digital tomando-se a medida no 3.º nó da planta a partir do solo e os resultados foram expressos em milímetros.

**Diâmetro de espiga:** foi realizado após a colheita manual das espigas quando estavam nos estádios de R3, R4, R5, R6, e com ajuda de um paquímetro digital, mediu-se a parte central da espiga. A avaliação foi feita em 5 espigas sem palha escolhidas ao acaso em cada parcela e os valores expressos em milímetros.

**Comprimento de espigas:** foi determinada após a colheita manual nos estádios de R3, R4, R5, R6, utilizou-se régua graduada, tomando-se a distância entre a base e a ponta da espiga. A avaliação foi feita em 5 espigas sem palha escolhidas ao acaso em cada parcela sendo os valores expressos em centímetros.

**Número de grãos por espiga:** após a colheita quando as plantas estavam nos estádios R3, R4, R5, R6, realizou-se a contagem do número de fileiras por espiga e o número de grãos nas fileiras. O resultado da multiplicação destes dois valores

correspondeu a uma estimativa do número de grãos por espiga determinado em cinco espigas por parcela.

**Produtividade de grãos:** foi obtida após a debulha das espigas colhidas dentro da área útil, que corresponderam às duas linhas centrais com cinco metros de comprimento dentro de cada parcela, pesando-se os grãos em balança de precisão de duas casas decimais, corrigindo-se o grau de umidade para 13%, com os valores expressos em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

**Massa da matéria seca de 1000 grãos:** A massa de 1000 grãos foi determinada de acordo com as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

**Análise Foliar:** foram coletadas 5 folhas de milho de cada tratamento, no início da emissão da espiga, coletando a folha abaixo e oposta a espiga. As amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 60 °C, até que atingisse peso constante. Em seguida, moída e submetida à análise química para determinação dos teores de N, P, K, conforme os procedimentos descritos por Bataglia et al. (1983).

### 3.4 Análise Estatística

Os dados de todas as variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância, para verificação dos efeitos de rotação de culturas. A comparação das médias foram feitas pelo teste de Scott-Knott ao 10% de probabilidade, utilizando o aplicativo computacional Agroestat (BARBOSA & MALDONADO, 2015).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas ( $p < 0,10$ ) para a massa da matéria seca da parte aérea das plantas do milho nos diferentes estádios de crescimento em função da cultura antecedente (Quadro 5). O milho semeado após o niger e a *Crotalaria juncea* apresentou maior acúmulo de massa da matéria seca de planta em todos os estádios avaliados diferindo dos demais tratamentos. Assim, a planta de milho acumulou maior massa da matéria seca na parte aérea à medida que foi se desenvolvendo, atingindo maior acúmulo no florescimento. É importante observar que a planta de milho mesmo no estádio de três folhas totalmente desenvolvidas já apresentou maior massa da matéria seca nas parcelas onde o milho foi semeado sobre os resíduos de niger e de crotalária, indicando que os resíduos culturais foram eficientes para aumentar e melhorar o desenvolvimento da planta de milho.

O acúmulo de MS do milho processa-se de forma contínua até o estádio de maturação dos grãos, existindo período de acumulação mais intensa próximo ao florescimento; depois do florescimento, ocorre também a translocação dos compostos acumulados da parte vegetativa para os grãos em formação (HAY et al., 1953; ODELAMA & MILBOURN, 1972; FURLANI et al., 1977). Isto foi observado nos resultados obtidos nesta pesquisa onde o acúmulo máximo foi no estádio VT no início da floração.

Andrade et al. (1975), Furlani et al. (1977), Vasconcelos et al. (1983) e Pinho et al. (2009), afirmam que o crescimento da planta de milho é uma função linear do tempo e a curva do peso de matéria seca da planta inteira é ligeiramente sigmóide. Segundo esses autores, essa curva é praticamente linear dos 40 aos 80 dias após a emergência (DAE), com o máximo acúmulo ocorrendo entre 100 e 110 dias após emergência (DAE), quando começa a decrescer o peso total da planta, provavelmente devido à queda de folhas senescentes.

**Quadro 5.** Valores médios da massa da matéria seca da parte aérea (g planta<sup>-1</sup>) da planta de milho em função da cultura antecessora. Dourados – MS, 2017/18.

<b>Tratamentos</b>	<b>V3</b>	<b>V6</b>	<b>V8</b>	<b>VT</b>
Milheto	28 b	189 b	1001 b	1645 b
Canola	28 b	189 b	1009 b	1637 b
Aveia preta	28 b	180 b	1037 b	1655 b
Cártamo	28 b	188 b	1056 b	1681 b
Níger	29 a	213 a	1131 a	1930 a
Ervilhaca + Aveia Preta	28 b	188 b	1099 b	1673 b
Crotalaria juncea	29 a	212 a	1173 a	1960 a
Ervilhaca	28 b	180 b	1047 b	1673 b
Nabo forrageiro	28 b	188 b	1068 b	1674 b
Nabo+aveia+ervilhaca	28 b	188 b	1053 b	1647 b
<b>CV (%)</b>	1,45	4,18	5,49	2,63
<b>Media Geral</b>	28,05	191	1067	1717

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,10$ ).

Na maturação fisiológica da planta de milho não foi observado efeito significativo da sucessão de cultura no diâmetro de colmo e na altura de planta (Quadro 6).

O colmo é a estrutura de armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados posteriormente na formação dos grãos. O diâmetro de colmo é uma característica geneticamente intrínseca ao cultivar não sendo, portanto, muito influenciado por fatores ambientais (FANCELLI e DOURADO-NETO, 2004).

De acordo com Repke et al., (2012), a altura de planta em milho, é uma característica de natureza quantitativa de grande importância, e está diretamente relacionada com a tolerância ao acamamento, por ter relação com o centro de gravidade da planta. A altura de plantas de milho é influenciada principalmente pela variação de população de plantas (PEREIRA, 2014). O milho híbrido suprema SX7341VIP3 é um híbrido simples, precoce, apresentando altura média de 2,52 m. (SYNGENTA, 2018).

O melhor desenvolvimento da planta de milho quando semeada em sucessão ao níger e a crotalaria deve principalmente pelo maior aporte de nitrogênio ao solo disponibilizado pelas referidas espécies (UBIDA, 2017).

O níger é uma oleaginosa conhecida por contribuir grandemente na conservação, manutenção e recuperação do solo devido a particularidade de se associar com micorrizas e por seu potencial como fertilizante organomineral (GETINET e SHARMA, 1996).

**Quadro 6.** Valores médios de diâmetro de colmo (mm) e altura de planta (m) no milho em função da cultura antecessora. Dourados-MS, 2017/2018.

<b>Tratamentos</b>	<b>Diâmetro de Colmo (mm)</b>	<b>Altura de Planta</b>
Milheto	22,03 (ns)	2,54 (ns)
Canola	22,06	2,56
Aveia preta	22,4	2,60
Cártamo	22,52	2,65
Níger	22,33	2,55
Ervilhaca + Aveia Preta	22,59	2,60
Crotalaria juncea	22,26	2,60
Ervilhaca	22,45	2,50
Nabo forrageiro	22,59	2,60
Nabo+aveia+ervilhaca	22,44	2,63
<b>CV (%)</b>	2,6	2,7
<b>Media Geral</b>	22,37	2,58

ns- não significativo.

Bergamin (2012) na mesma área experimental deste estudo, verificou nas parcelas semeadas com níger em sucessão à soja ou milho maior macroporosidade e menor densidade do solo na camada de 0-10 cm.

Também foi observado por Freitas (2014) que com boas distribuições de chuvas e temperaturas favoráveis, houve efeito das culturas antecessoras no desenvolvimento e nos componentes de produção da planta. O milho semeado após o girassol, canola, crambe e níger apresentou maior altura de planta, diâmetro de colmo e diâmetro de espiga.

Avaliando a produção de fitomassa por diferentes espécies de plantas de cobertura e suas interações na atividade microbiana do solo, Carneiro et al. (2008) verificaram produção de fitomassa superiores a 4 t ha<sup>-1</sup> em níger, além de um incremento no carbono da biomassa microbiana do solo. Mauad et al. (2015), avaliando o acúmulo de macronutrientes na parte aérea, concluíram que a exportação de nutrientes e o índice de colheita para a cultura do níger são baixos, o que resulta na maior oferta de nutrientes para o cultivo em rotação.

Plantas pertencentes à família Fabaceae, tem como particularidade o fato de formarem associações simbióticas com bactérias fixadoras de N<sub>2</sub>. Como resultado da simbiose, uma quantidade expressiva desse nutriente torna-se disponível às culturas após o manejo da leguminosa, que pode representar contribuições consideráveis à viabilidade

econômica e à sustentabilidade dos sistemas de produção, por reduzirem a necessidade de N sintético (BODDEY et al., 1997).

A crotalária é uma planta com características adequadas aos sistemas de rotação de culturas por apresentarem características de fixação e reciclagem de nitrogênio. Paulino et al., (2008) avaliando o potencial de leguminosas para adubação verde em consorcio com mangueira e gravioleira, verificaram que a crotalária forneceu 149,5 kg ha<sup>-1</sup> por ano de N.

Perin et al. (2004), estudando a produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes constataram elevada taxa de liberação de P a partir de resíduos de crotalária. Também foi verificado maior acúmulo da massa da matéria seca na planta de milho quando cultivado sobre a palha de *Crotalaria juncea* e de milho (SILVA et al. (2009), De acordo com Weber & Mielniczuk (2009), na ausência da adubação nitrogenada mineral, a utilização de leguminosas aumenta a produtividade do milho.

Não foi observado efeito significativo das culturas antecessoras nos diferentes estádios de enchimento de grão de milho (R3, R4, R5 e R6), embora numericamente fosse detectado acúmulo crescente da matéria da massa seca de 100 grãos durante as fases de enchimento (Quadro 7).

Temperaturas elevadas implicam em aumento na taxa de crescimento e diminuição na duração do período de enchimento dos grãos (MUCHOW, 1990). Quando os grãos são submetidos a altas temperaturas durante a fase de acumulação de massa seca, a taxa efetiva de crescimento do grão é alta, resultando normalmente em grãos mais pesados.

Por outro lado, quando a acumulação de massa seca nos grãos ocorre em temperaturas mais amenas a taxa de crescimento efetiva do grão é menor, resultando em grãos mais leves (DIDONET, 2001).

O período de crescimento e desenvolvimento do milho é limitado pela água, temperatura e radiação solar ou luminosidade. A cultura do milho necessita que os índices dos fatores climáticos, especialmente a temperatura, precipitação pluviométrica e fotoperíodo, atinjam níveis considerados ótimos, para que o seu potencial genético de produção se expresse ao máximo (CRUZ et al.,2006).

O período crítico a estresse na cultura do milho estende-se da pré-floração até o início do enchimento de grãos, uma vez que ocorrências de estresses, como déficit hídrico e redução da área foliar, têm grande impacto sobre a produção (BERGAMASCHI et al.,

2004; BRITO et al., 2011). Com a definição do potencial da cultura, o início do ciclo também se torna um período crítico. Logo, a ocorrência de condições ótimas nessa fase, como manutenção da área foliar, é um fator importante para a produção.

Cabe ressaltar que nesta pesquisa, durante as fases vegetativas e reprodutivas do milho ocorreram boa distribuição de chuvas aliado a temperaturas adequadas (Figura 1).

Em pesquisa com plantas de cobertura milheto, *Crotalaria juncea*, feijão guandu, sorgo, mucuna-preta, feijão de porco, pousio, lablabe e braquiária antecessoras ao milho, foi verificado que o milho semeado após a crotalaria, apresentou maior produtividade de grãos com 7167 kg ha<sup>-1</sup> (BERTIN, ANDRIOLI E CENTURION, 2005).

**Quadro 7.** Valores médios da massa da matéria seca de 100 grãos, em função das culturas antecessoras na safra 2017/18. Dourados MS, 2018.

<b>Tratamentos</b>	<b>R3 (ns)</b>	<b>R4 (ns)</b>	<b>R5 (ns)</b>	<b>R6 (ns)</b>
Milheto	6,37	20,09	32,01	36,17
Canola	5,76	20,31	31,93	36,66
Aveia preta	7,07	20,51	32,65	35,94
Cartamo	6,5	20,24	32,01	35,64
Niger	6,53	20,31	30,67	35,56
Ervilhaca+Aveia preta	5,92	20,87	32,87	35,63
Crotalaria	6,1	20,62	33,68	35,93
Ervilhaca	6,42	20	32,6	36,22
Nabo forrageiro	6,3	20	33,44	37
Nabo+aveia+ervilhaca	6,3	18,84	33,38	35,11
<b>CV (%)</b>	<b>8,58</b>	<b>6,6</b>	<b>4,65</b>	<b>3,01</b>
<b>Media Geral</b>	<b>6,32</b>	<b>20,18</b>	<b>32,52</b>	<b>35,98</b>

ns - não significativo pelo teste de Scott-Knott (p<0,10).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para o comprimento de espigas, diâmetro de espigas e número de grãos por espigas, porém, houve diferença significativa para a massa de mil grãos e a produtividade (Quadro 8).

O comprimento, diâmetro e número de grãos associado com a densidade de grãos são características que aliados aos genótipos determinam o potencial de produtividade da cultura. Uma das características do híbrido Víptera suprema SX7341 é o tamanho da espiga. Pesquisa desenvolvida por Piletti (2015) na mesma área experimental utilizando o híbrido simples DKB 390 VT PRO também não observou diferença significativa para o comprimento de espiga em função da cultura antecessora, com valor de 17,1 cm. Para o diâmetro e do número de grãos por espiga os valores médios foram de 44,3

mm e de 514 grãos, respectivamente, cujos valores são inferiores aos obtidos no híbrido Víptera suprema SX7341 (Quadro 8).

**Quadro 8.** Valores médios de comprimento de espigas (cm), diâmetro de espigas (mm), número de grãos por espiga, massa seca de 1000 grãos (g) e produtividade (kg/há<sup>-1</sup>) da planta de milho em função da cultura antecessora. Dourados-MS, 2017/2018.

<b>Tratamentos</b>	<b>C. E (ns)</b>	<b>D. E (ns)</b>	<b>N.G (ns)</b>	<b>M.M.G (g)</b>	<b>Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>)</b>
Milheto	22,26	54,09	568	408,5 a	9.415 a
Canola	22,47	53,70	514	361,0 b	8.811 b
Aveia preta	22,12	53,27	567	373,0 b	9.857 a
Cártamo	22,00	53,37	590	360,5 b	9.298 b
Níger	22,00	53,17	575	374,8 b	9.820 a
Ervilhaca + Aveia Preta	22,00	53,59	565	383,5 b	8.840 b
<i>Crotalaria juncea</i>	22,24	53,95	602	399,5 a	10.058 a
Ervilhaca	22,12	54,49	575	385,0 b	9.790 a
Nabo forrageiro	22,18	53,68	569	406,0 a	9.458 a
Nabo+aveia+ervilhaca	22,00	53,48	574	372,8 b	9.053 b
<b>CV (%)</b>	3,4	2,8	8,11	4,6	4,39
<b>Media Geral</b>	22,16	53,68	576	382,45	9.340

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,10$ ). ns- não significativo. C.E: Comprimento de espiga, D.E: Diâmetro de espiga, N.G: Numero de grãos por espiga, M.M.G: Massa de mil grãos.

O milho semeado após milheto, crotalária, e nabo forrageiro apresentou maior acúmulo de massa seca de 1.000 grãos, diferindo dos demais tratamentos (Quadro 8). Os valores obtidos nesta pesquisa estão próximos dos relatados pela empresa detentora do híbrido que é de 386 g. A massa da matéria seca de grãos é uma característica influenciada pelo genótipo, pela disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante os estádios de enchimento dos grãos (OHLAND et al., 2005).

Também foi observado maior acúmulo de massa da matéria seca de 1000 grãos quando o milho foi semeado em sucessão ao nabo forrageiro, *Crotalaria juncea*, cártamo, crambe, níger, aveia, e ervilhaca peluda (LUIS, 2016).

A maior produtividade de milho foi obtida quando semeado em sucessão a *Crotalaria juncea*, (10.058 Kg.ha<sup>-1</sup>), porém, não diferiu do milho semeado após o milheto, aveia preta, níger, ervilhaca e o nabo forrageiro (Quadro 8).

De acordo com dados da Conab (2018), o milho no verão na safra 2017/2018 produziu em média 8.500 kg ha<sup>-1</sup> enquanto na safrinha do mesmo ano agrícola a produtividade média foi de 5.640 kg ha<sup>-1</sup>, sendo inferior às produtividades obtidas na sucessão do milho com crotalária juncea, níger, aveia, milheto, nabo forrageiro e da



ervilhaca peluda. Esses resultados indicam a importância da rotação de cultura para o milho, associado ao bom manejo do solo, que ao longo de nove anos da implantação do experimento vem sendo manejado no sistema plantio direto, com diversidade de espécies.

No Quadro 2 estão os dados das análises química do solo coletadas para cada tratamento na profundidade, de 0-10 cm e pode-se observar que todos os nutrientes estão com valores adequados (Embrapa 2013). Os teores de matéria orgânica, que variou entre 28,1 a 30,5 g kg<sup>-1</sup> na profundidade de 0-10 cm, e certamente, na camada de 0-5 cm estes valores são maiores. A matéria orgânica tem papel importante para aumentar a CTC do solo pelo aumento de cargas negativas, além de fonte primária para o fornecimento de nitrogênio, fósforo entre outros nutrientes.

Além da boa fertilidade adequada da área experimental, na semeadura do milho foram utilizados 16 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de K<sub>2</sub>O respectivamente, além de ser aplicado em cobertura no estágio V4 do milho mais 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, que potencializou as produtividades obtidas no experimento, aliado a boa distribuição de chuva nas fases vegetativa e reprodutiva (Figura 1).

Em pesquisa desenvolvida por Pilletti (2015) as culturas do nabo forrageiro, crotalária, cartamo e aveia produziram acima de 6 toneladas de palhas, sendo que o nabo forrageiro apresentou a menor relação C/N com 13,5 e a aveia a maior relação C/N 32. Alvarenga et al. (2001) afirmam que valores superiores a 6.000 kg ha<sup>-1</sup> de fitomassa seca é considerado como quantidade mínima ideal de palha, para cobertura do solo no sistema de plantio direto.

Freitas (2014), estudando o efeito da rotação de culturas nos componentes de produção do milho concluiu que o milho semeado após o níger, crame, canola e girassol apresenta maior produtividade de grãos quando as condições climáticas permitir à planta expressar sua capacidade produtiva.

Souza et al. (2016), estudando a rotação e a sucessão de culturas com oleaginosas em Dourados, MS, também obtiveram maiores produtividades de milho quando semeado em sucessão a níger.

O efeito de níger na produtividade de milho pode, possivelmente, estar ligado às melhorias das propriedades físico-químicas do solo e pode ainda ser eficiente na absorção de fósforo residual e disponibilizar para cultura sucessora (Tolera et al., 2005). Pesquisa desenvolvida por Bergamin (2012), nas parcelas que foram semeadas com níger em sucessão à soja ou ao milho, observou aumento da macroporosidade e menor densidade do solo na camada de 0-10 cm.

Avaliando o potencial produtivo de milho cultivado sobre resíduos de oleaginosas associadas com adubação nitrogenada em cobertura, Pedrotti et al. (2012) observaram maior produtividade de milho em sucessão a nabo forrageiro e menores produtividades nas parcelas onde as culturas antecessoras foram cártamo e crambe.

A crotalária é uma leguminosa de elevada importância na agricultura, pois se caracteriza como uma excelente espécie fixadora de nitrogênio (N) no solo. De acordo com Miotto et al. (2007) as crotalárias apresentam taxa de decomposição diferenciada, onde a fração talo se decompõe mais rapidamente do que a fração folha + vagem, favorecendo a cobertura do solo e a mineralização de nutrientes, proporcionando maior ciclagem e liberação de elementos essenciais a nutrição das plantas.

Tal fato foi verificado na presente pesquisa, uma vez que esta espécie vegetal proporcionou melhor desenvolvimento da cultura do milho cultivada em sucessão, aumentando a produtividade de grãos em relação aos demais tratamentos.

Para os teores foliar do milho não foram observadas diferenças significativas em função das culturas antecessoras, mesmo assim as médias gerais estão dentro das faixas recomendadas. As médias gerais obtidas nesta pesquisa para Nitrogênio é de 24,81 g Kg<sup>-1</sup>, para o Fósforo de 3,79 g Kg<sup>-1</sup> e para o Potássio de 29,37 g Kg<sup>-1</sup> nos diferentes tratamentos (Quadro 9).

Pode-se afirmar que os nutrientes são absorvidos durante todo o ciclo, sendo as diferenças verificadas nas velocidades de absorção destes em função do ciclo e na sua translocação das folhas e dos colmos para os órgãos reprodutivos.

Para os nutrientes N, P, K, observa-se também que tem faixas de adequadas de suficiência, segundo Malavolta et al., (1997) as faixas ideais para N são de 27,5 – 32,50 g Kg<sup>-1</sup>, para P de 2,5 – 3,5 g Kg<sup>-1</sup> e K de 17,5 – 22,5 g Kg<sup>-1</sup>.

**Quadro 9.** Valores médios dos teores foliar do milho em função das culturas antecessoras, na safra 2017/18. Dourados – MS, 2018.

Tratamentos	(g.kg <sup>-1</sup> )		
	N	P	K
Milheto	24,67*	3,66*	26,84*
Canola	23,91	3,87	28,74
Aveia preta	25,00	4,38	29,93
Cártamo	24,67	3,66	29,59
Níger	27,58	3,67	28,40
Ervilhaca+Aveia preta	26,29	4,06	30,67
Crotalaria	29,65	3,80	31,25
Ervilhaca	23,54	3,88	29,08
Nabo forrageiro	22,84	3,51	30,98
Nabo+aveia+ervilhaca	19,90	3,39	28,13
<b>Media Geral</b>	24,81	3,79	29,37

\*não significativo pelo teste de Skott-Knott ao nível de 10% de probabilidade

Em um trabalho de índices diagnósticos para interpretação de análise foliar do milho os autores recomendam faixas adequadas que foram obtidas em lavouras comerciais de milho na região do Alto Paranaíba sendo para o N de 35,0 - 40,0 g Kg<sup>-1</sup>, para P de 3,3 – 3,8 g Kg<sup>-1</sup> e K de 22,07 – 28,9 g Kg<sup>-1</sup> (GOTT et al., 2014).

A análise foliar reflete o que a planta realmente conseguiu extrair de nutrientes do solo, o que, em última instância, decorre não só do aporte de fertilizantes, mas das reações e interações dos nutrientes no solo, da disponibilidade hídrica, do vigor radicular, da sanidade da cultura, e neste caso do aporte da palhada de culturas antecessoras.

## **5. CONCLUSÕES**

As culturas antecessoras influenciam positivamente na massa da matéria seca da parte aérea da planta, na massa da matéria seca de 1.000 grãos e na produtividade da cultura do milho.

O milho de verão semeado sobre a resteva de milheto, aveia preta, níger, crotalária juncea, ervilhaca e nabo forrageiro apresenta as maiores produtividades.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABIMILHO. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MILHO (2016). Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br>>. Acesso em: 20 de Julho, 2016.

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; ROS, C. O. Plantas de cobertura do solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.157–165, 2001.

ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, p.25-36, 2001.

AMADO, T.J.C.; MIELNCZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e RC adaptada ao uso de culturas de cobertura de solo, sob plantio direto, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 241-248, 2002.

ANDRADE, A. G.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D.; SARRUGE, J. R. Acumulação diferencial de nutrientes em cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). II - Acumulação de micronutrientes. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz**, Piracicaba, v. 32, p.150-172, 1975.

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, p.867-874. 2000.

ANGHINONI, I. & SALET, R.L. Amostragem do solo e as recomendações de adubação e calagem no sistema plantio direto. In: NUERNBERG, N. J., ed. Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto. **Lages, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul**, 1998. p.27-52.

BARBOSA, J.; MALDONADO, W. Experimentação **agronômica & agroestat - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**, 2015.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.1, p.105-112, 1997.

BAYER, C., MIELNICZUK, J., AMADO, T.J.C., MARTIM NETO, L., FERNANDES, S.V. 2000. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research** 54: 101-109.

BELTRÃO, N.; OLIVEIRA, M. EMBRAPA ALGODÃO. **Oleaginosas e seus óleos: Vantagens e Desvantagens para Produção de Biodiesel**. Campina Grande, 2008.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BORGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Distribuição hídrica no período

crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.831-839, 2004. DOI: 10.1590/S0100-204X2004000900001.

BERGAMIN, A. **Indicadores da qualidade estrutural de um Latossolo cultivado com oleaginosas em sistema de sucessão com soja e milho**. Dourados-MS, 2012. 76 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Da Grande Dourados, MS.

BERTOL, I; CIPRANDI, O; KURTZ, C.; BAPTISTA, A.S. Persistência de resíduos culturais de aveia e milho sobre a superfície do solo em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, p.705 – 712,1998.

BIANCO, S. et al. Acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de Glycine max e Solanum americanum. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 87-95, 2012.

BODDEY, R.M.; SÁ, J. C. D. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in the tropics. **Soil Biology and Biochemistry**, Elsevier, v. 29, p. 787-799. 1997

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1269-1276, 2007.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA, **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV CLAV, 2009. 395p.

BRITO, C.H. de; SILVEIRA, D.L.; BRANDÃO, A.M.; GOMES, L.S.; LOPES, M.T.G. Redução de área foliar em milho em região tropical no Brasil e os efeitos em caracteres agronômicos. **Interciencia**, v.36, p.291-295, 2011.

CAMPOS, A. X. **Fertilização com sulfato de amônio na cultura do milho em um solo do cerrado de Brasília sob pastagem de Brachiaria decumbens**. 2004. 94 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

CARNEIRO, M. A. C; CORDEIRO, M. A. S; ASSIS, P. C. R; MORAES, E. S; PEREIRA, H. S; PAULINO, H. B; SOUZA, E. D. produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.455-462. 2008.

CARVALHO, A. D. F.; SOUZA, J. C.; RAMALHO, M. A. P. Capacidade de combinação de progênies parcialmente endogâmicas obtidas de híbridos comerciais de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n. 3, p. 429-437, 2004.

CARVALHO, L. B. et al. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de milho var. BR 106 e Brachiaria plantaginea. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 293-301. 2007.

CASTRO FILHO, C., MUZILLI, O., PADANOSCHI A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de

sistemas de plantio, rotação de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p.527–538, 1998.

CERETTA, C.A.; AITA, C.; BRAIDA, J.A.; PAVINATO, A.; SALET, R.L. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas para o milho em sucessão no sistema de cultivo mínimo e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.215-220, 1994.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E.; PITTA, G.V.E.; ALVES, V.M.C.; HERNANI, L.C. **Cultivo do milho: nutrição e adubação**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 2002. 12p. (Comunicado técnico, 44).

COELHO, A. M. C. **Nutrição e Adubação do Milho**. Sete Lagoas, MG. Dezembro, 2006. Circular técnica.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 8ª ed. Brasília: Conab, 2018, Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>, Acesso em: 20 de Junho, 2018.

CORÁ, J.E. **Sistema de semeadura direta na região do município de Jaboticabal, SP: efeitos em atributos do solo e produtividade de culturas**. 2006. 87 f. Tese (Livre-Docência) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

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 25 abril 2018.

CRUZ, J. C.; PEREIRA, I.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO, M.; VIANA, J. H.; OLIVEIRA, M.; SANTANA, D. 2006. Manejo da cultura do milho. **Circular técnica**.

CRUZ J. C.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA, I. A.; ALVES, J. O produtor pergunta, a embrapa responde. 2011. **Embrapa Informação Tecnológica**. Brasília, DF. 2011.

DALL'AGNOL A. **Grandes produtores e consumidores de alimentos**, 2018. Agrolink. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br>.

DAROLT, M.R. **Princípios para manutenção e implantação do sistema**. In: DAROLT, M.R. Plantio direto: pequena propriedade sustentável. Londrina: IAPAR, 1998. p. 16– 45.

DIDONET, A. D. et al. Crescimento e desenvolvimento de milho: acúmulo de massa seca do grão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 3, p. 447-456, mar. 2001.

EMBRAPA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo de milho**. 2012 Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes,milho/economia.htm>. Acesso em: 20 out. 2018.

EMBRAPA. **Indicações técnicas para o cultivo de Milho e de Sorgo no Rio Grande do Sul**. IFSUL – RS – Campus Sertão, julho de 2017.

ELTZ, F.L.P.; PEIXOTO, R.T.G.; JASTER, F. Efeito de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno Álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.259–267, 1989.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, L. de; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Composição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, p.321-328, 2006.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2.ed. Guaíba: Agropecuária, v. 1. 360p., 2004.

FIDÉLIS, R. R. et al. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 23-31, Jan/Abr. 2003.

FRANCHINI, J.C.; COSTA, J.M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para produção agrícola sustentável no Paraná**. Embrapa Soja: Londrina: Embrapa Soja. Documento/Embrapa Soja IS SN 1516-781X; n 327), 2011, 52p.

FREITAS, M. E. **Estudo de sistemas de produção de grãos de espécies oleaginosas para produção de óleo vegetal em rotação de culturas com soja e milho**. 2014. 83f Dissertação (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

FURLANI, P. R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C.; SILVA, W. J. Acúmulo de macronutrientes, de silício e de matéria seca por dois híbridos simples de milho. **Bragantia**, Campinas, v. 36, n. 22, p. 223-229, set. 1977.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E. C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho Amarelo na região noroeste fluminense-RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1421-1428, 2007.

GETINET, A.; SHARMA, S.M. Níger *Guizotia abyssinica* (L. f.) Cass. **promover a conservação e o uso de culturas subutilizadas e negligenciadas**. Roma: Planta Instituto Internacional de Recursos Genéticos (IPGRI) ; Usina Instituto Internacional de Recursos Genéticos de 1996 .

GOTT, R., AQUINO, L., CARVALHO, A., SANTOS, L., NUNES, P., COELHO, B. Índices diagnósticos para interpretação de análise foliar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**. 2014. Campina Grande, PB. V.18, n. 11, p.1110-1115,2014.

HAY, R. E.; EATLEY, E. B.; DeTURK, E. E. Concentration and translocation of nitrogen compounds in the corn plant (*Zea mays*) during grain development. **Plant Physiology, Bethesda**, v. 28, p. 606 - 621, 1953.

HECKLER, J. C.; SALTON, J. C. **Palha: fundamento do Sistema Plantio Direto**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 26 p. Dourados.



HENRICHES, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C. & FANCELLI, A. L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25: p. 331-340, 2001.

HERNANI, L.C.; ENDRES, V.C.; PITOL, C.; SANTON, J.C **Adubação verde de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA – CPAO, 1995. 93p. (EMBRAPA CPAO. Documentos, 4).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção, 2018**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>.

JANTALIA, C. P.; SANTOS, H.P. dos; DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Influência de rotações de culturas no estoque de carbono e nitrogênio do solo sob semeadura direta e preparo convencional. **Agronomia, Seropédica**, v. 37, n. 2, p.91- 97, 2003.

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto no Triângulo Mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p.363-376, 2000.

LARA CABEZAS, W. A. R.; ALVES, B.J.R.; CABALLERO, S. S. U.; SANTANA, D. G. **Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema semeadura direta e solo preparado**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 4, p.10051013, 2004.

LOPES, A.S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L.R.G.; SILVA, C.A. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo**. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004. 115p.

LOURENÇÃO, A.L.F. **Resultados de Experimentação e Campos Demonstrativos de Milho Safra 2011/2012**. In: FUNDAÇÃO MS. Tecnologia e Produção de Soja e Milho 2012/2013. Fundação MS: Maracajú, 2012, 228 p.

LUIS, A. Características agronômicas do milho em função da cultura antecessora no sistema de plantio direto. Dourados-MS. 2016. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.15, n. 2, p. 281-289, 2016.

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.4, p.415-422. 2010.

MAGALHÃES, P.C.; **Fisiologia da Produção de Milho**. 2006 Circular técnica. EMBRAPA.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional da plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. p.115-230.

MAUAD, M.; GARCIA, R.; FRANCO, R.; FREIRE, T.; SCHROEDER, I.; KNUDSEN, C., WANDERLINDE, V. Produção de matéria seca e acúmulo de macronutrientes na parte aérea das plantas de niger. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, 2015.

MIOTTO, A.; PREDEBON, R.; WILDNER, L.P.; DENARDIN, R.B.N.; DENARDIN, L.C.; GIURATTI, A. Comportamento da cobertura de solo durante a decomposição da fitomassa de *Crotalaria juncea* L. em condições de campo. In: **31 Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Gramado. Anais, SBCS. P.1-5, 2007.

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

MUCHOW, R. C. Effect of high temperature on grain growth in field-grown maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 23, p. 145-158, 1990.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, n.1, p.95-102, jan. abr. 1983.

ODELANA, B. O.; MILBOURN, G. M. The growth of maize. II. Dry-matter partition in three maize hybrids. *Journal Agricultural Science, Cambridge*, v. 78, p. 73 - 78, 1972.

OHLAND, R.A.A.; SOUZA, L.C.F.; HERNANI, L.C.; MARCHETTI, M.E.; GONÇALVES, M.C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p.538-544, 2005.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G.J.; FURTINI NETO, A.E., LIMA, P.C.; MORAES, R.N.S. Atributos químicos do solo sob diferentes plantas de cobertura na implantação do sistema plantio direto. **Revista Agropecuária Tropical**. Cuiabá, v. 8, p.57-75, 2004.

PATERNIANI, E.; NASS, L.L.; SANTOS, M.X. **O Valor dos Recursos Genéticos para o Brasil**. Paralelo 15, 2000, p.136.

PAULINO, G.M. **Potencial de leguminosas para adubação verde em consórcio com mangueira e gravioleira sob manejo orgânico**. 2008. 125p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

PEDROTTI, M. C.; SOUZA, L. C. F.; FREITAS, M. E.; DARBELO, L. T.; TANAKA, K. S. Potencial Produtivo do Milho Cultivado Sobre Resíduos de Oleaginosas e da Adubação Nitrogenada em Cobertura. In: **XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO** - Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012. p. 1954-1959.

PEREIRA, M.J.R.; BONAN, E.C.B.; GARCIA, A.; VASCONCELOS, R. de L.; GIACOMO, K. dos S.; LIMA, M.F. Características morfoagronômicas do milho submetido a diferentes níveis de desfolha manual. **Revista Ceres**, v.59, p.200-205, 2014. DOI: 10.1590/S0034-737X2012000200008.

PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p.35- 40. 2004.

PILETTI, L. **Desempenho agrônômico de milho e soja em diferentes sistemas de rotação de culturas.** Dourados-MS, 2016. 76 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Da Grande Dourados, MS.

PINHO, R., BORGES, I., ANDRADE, J., PEREIRA, R., DOS REIS, M. **Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho.** *Revista brasileira de Milho e Sorgo*. Ve, n.2.p. 157-173, 2009.

REPKE, R. A.; CRUS, S. J.S.; MARTINS, M. B.; SENNA, M. S.; FELIPE, J. S.; DUARTE, A. P.; BICUDO, S. J. Altura de planta, altura de inserção de espiga e número de plantas acamada de cinco híbridos de milho. In: **XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 2012, Águas de Lindoia. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2012. p. 1940-1943.

RIBEIRO, P. H.; SANTOS, J. V. M.; COSER, S. M.; NOGUEIRA, N. O.; MARTINS, C. A. S. Adubação verde, os estoques de carbono e nitrogênio e a qualidade da matéria orgânica do solo. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 1, p. 43-50, 2011.

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J. **How a corn plant develops.** Ames: **Iowa State University of Science and Technology**/ Cooperative Extension Service, 1989. (Special Report, 48)

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops.** Ames: Iowa State University of Science and Technology, Special Report, v. 48, 1993. 26 p.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C. Phosphorus and potassium budget in the soil-plant system in crop rotations under no-till. **Soil and Tillage Research**, v. 126, n. 6, p. 127-133, 2013.

SÁ, J.C.M. **Manejo de fertilidade do solo em semeadura direta.** Carambeí: Fundação ABC, 1993. 96 p

SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. **O meio ambiente e a semeadura direta.** Brasília: EMBRAPA/SPI, 1997. 116 p.

SANTOS, H. P.; TOMM, G. O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.477-486, 2003.

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 HG, JACOMINE PKT, ANJOS LHC, OLIVEIRA VA, LUMBRERAS JF, COELHO MR, ALMEIDA JA, CUNHA TJF, OLIVEIRA JB. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3ª.ed. Brasília, DF: Embrapa; 2013.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, p.249 – 254, 1985.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas v.21, p.113-117, 1997.

SILVA, I.F.; MIELNICZUCK, J. Sistemas de cultivo e características do afetando a estabilidade dos agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, p.311 – 317, 1997.

SILVA, E. D.; MURAOKA, T.; VILLANUEVA, F. C. A.; ESPINAL, F. S. C. Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 44, n. 2, p. 118-127, 2009.

SOUZA, W.J.O.; MELO, W.J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, p.885 – 896, 2000.

SOUZA, G.; RIOS, E.; LIMA, G.; SANTOS, D. **Aporte de nitrogênio foliar em leguminosas com potencialidade para adubação verde**. III Reunião Nordestina de Ciência do Solo. Set-2016. Aracaju/SE.

SOUZA, C. M. de; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L.; ASSIS, R. L. **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa: Ed. UFV, 2012. 108p.

SOUZA, L. C. F; LUIZ, A. J; PILETTI, L. M. M. S. Características agronômicas do milho em função da cultura antecessora em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.15, n.2, p. 272-280, 2016.

SYNGENTA. **Características do híbrido de milho Víptera 3**. Disponível em: <https://www.portalsyngenta.com.br/sementes-milho-supremo-viptera-3>. Acesso em: 10 out 2018

THEISEN, G.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 753-756, 2000.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.4, p.609-618, 2005.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de resíduo vegetal por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.421-428, 2008.

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

VASCONCELLOS, C. A.; BARBOSA, J. V. A.; SANTOS, H. L. dos; FRANÇA, G. E. de. Acumulação de massa seca e de nutrientes por dois híbridos de milho com e sem irrigação suplementar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 8, p. 887- 901, ago. 1983.

WEBER, M. A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa MG, v. 33, n. 2, p. 429-437, 2009.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G.P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 32:1191-1197. 1997.