

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**



**COMPONENTES DA PRODUÇÃO DO MILHO EM CONSÓRCIO  
COM *Crotalaria* spp.**

**GISLAINE PAOLA DE OLIVEIRA BARBOSA**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2020**

**COMPONENTES DA PRODUÇÃO DO MILHO EM CONSÓRCIO  
COM *Crotalaria* spp.**

GISLAINE PAOLA DE OLIVEIRA BARBOSA

Engenheira Agrônoma

ORIENTADOR: PROF. DR. MUNIR MAUAD

COORIENTADOR: DR. RODRIGO ARROYO GARCIA

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

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

B238c Barbosa, Gislaine Paola De Oliveira  
Componentes da produção do milho em consórcio com *Crotalaria* spp. [recurso eletrônico] /  
Gislaine Paola De Oliveira Barbosa. -- 2020.  
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Munir Mauad.  
Coorientador: Rodrigo Arroyo Garcia.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.  
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. *Crotalaria juncea*. 2. *Crotalaria ochroleuca*. 3. *Crotalaria spectabilis*. I. Mauad, Munir. II.  
Garcia, Rodrigo Arroyo. III. 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.

COMPONENTES DA PRODUÇÃO DO MILHO EM CONSÓRCIO COM *Crotalaria* spp.

por

GISLAINE PAOLA DE OLIVEIRA BARBOSA

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

Aprovada em: 01 / 09 / 2020




---

Prof. Dr. Munir Mauad  
Orientador - UFGD/FCA



---

Prof. Dr. Luis Carlos Ferreira de Souza  
UFGD/FCA



---

Prof. Dr. Francisco Eduardo Torres  
UEMS

A Deus

Ao meu irmão Paulo Gerson de Oliveira Barbosa (Em memória)

Dedico

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por iluminar meu caminho e me guiar em todas as minhas decisões.

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

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect) e ao Fundo para o Desenvolvimento das Culturas de Milho e Soja de Mato Grosso do Sul (Fundems) pelo apoio financeiro para execução do trabalho.

Aos meus pais Marcia de Lima Oliveira e Paulo Sergio Barbosa, pelo amor, pelo exemplo de humildade, esforço, pelo carinho, pela dedicação, pela paciência e pela confiança que têm em mim.

Aos meus irmãos, que me ensinaram que a vida fica mais fácil quando se luta lado a lado. Meu irmão que Deus te tenha, irmã, que sejamos ainda mais fortes para os próximos passos.

Ao Prof. Dr. Munir Mauad, pela orientação, amizade, ensinamentos e apoio durante o curso e realização deste trabalho.

Ao. Dr. Rodrigo Arroyo Garcia, pela co-orientação, pelos ensinamentos e apoio durante o curso e realização deste trabalho.

A EMBRAPA Agropecuária Oeste pela disponibilização da estrutura para implantação do experimento.

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

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

Ao Técnico do Laboratório de Fertilidade do Solo João Machado pela presteza e dedicação.

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

## SUMÁRIO

	<b>Pg.</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>vi</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>vii</b>
1.Introdução.....	1
2.Revisão de literatura.....	3
2.1 Milho ( <i>Zea mayz</i> L.).....	3
2.1.1 Componentes da produção na cultura do milho em consórcio.....	4
2.2 <i>Crotalaria</i> spp. ....	5
2.2.1 Crotalária juncea ( <i>Crotalaria juncea</i> L.) ....	6
2.2.2 Crotalária ochroleuca ( <i>Crotalaria ochroleuca</i> ).....	8
2.2.3 Crotalária spectabilis ( <i>Crotalaria spectabilis</i> Roth.) ....	9
2.3 Características de sistema de produção e consórcio ....	10
2.3. 1 Sistema Santa Brígida (SSB).....	10
3.Material e métodos ....	12
3.1 Local, clima e solo ....	12
3.2 Delineamento experimental ....	12
3.3 Cultivar ....	14
3.4 Instalação e condução ....	14
3.5 Características avaliadas ....	15
a) Acúmulo de massa seca - <i>Crotalaria</i> spp. ....	15
b) Acúmulo de massa seca - Milho.....	15
c) Altura de planta.....	15
d) Altura de inserção da primeira espiga ....	16
e) Diâmetro de colmo.....	16
f) Comprimento da espiga.....	16
g) Diâmetro da espiga.....	16
h) Massa de 1000 grãos ....	16
i) Produtividade ....	16
3.6 Análise estatística ....	16
4.Resultados e Discussão ....	17
4.1 Acúmulo de massa seca – <i>Crotalaria</i> spp. ....	17
4.2.1 Acúmulo de massa seca – Milho segunda safra 2018.....	18
4.2.2 Acúmulo de massa seca – Milho segunda safra 2019.....	23
4.3 Características agronômicas e componentes das produção ....	28
5.Conclusão ....	34
6.Referências bibliográficas ....	35

## RESUMO

BARBOSA, Gislaine Paola de Oliveira Barbosa. Universidade Federal da Grande Dourados. **Componentes da produção do milho em consórcio com *Crotalaria* spp.** 2020. 53 f. Orientador: Dr. Mauad. Coorientador: Dr. Rodrigo Arroyo Garcia.

A diversificação de espécies em áreas de cultivo é uma necessidade visando a melhoria do ambiente de produção. O consórcio de espécies leguminosas como as do gênero crotalaria pode contribuir com os sistemas de sucessão soja-milho, sendo mais uma alternativa ao já consolidado consórcio milho-braquiária. Assim, objetivou-se com este estudo avaliar sistemas de consórcios de milho com as espécies leguminosas *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca* e *Crotalaria spectabilis* através da avaliação do acúmulo de massa seca, características agrônômicas e componentes da produção. A pesquisa foi realizada na Estação Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste (22° 13' S e 54° 48' O e 400 m de altitude), em Dourados, MS, nas segunda safras de 2018 e 2019. Foram avaliados 1) milho exclusivo e os consórcios de 2) milho / *C. juncea*, 3) milho / *C. ochroleuca*, 4) milho / *C. spectabilis*, distribuídos em um delineamento experimental em blocos ao acaso com cinco repetições. As espécies de crotalaria foram semeadas nas entrelinhas de semeadura do milho no mesmo dia que a gramínea. Observou-se redução da produtividade de grãos no milho consorciado com *C. juncea*, na segunda safra de 2018 e 2019. Porém, esse mesmo sistema contribuiu positivamente na produção de massa seca da parte aérea. Tal sistema forneceu consideráveis quantidades de massa seca produzidas pela *C. juncea* se comparadas com as demais espécies de leguminosas. Em ambos os anos de experimento, maiores produtividades de grãos de milho foram obtidas na ausência de consórcio e quando consorciado com *C. spectabilis* na segunda safra de 2018 e com *C. ochroleuca* na segunda safra de 2019.

Palavras-chave: *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria spectabilis*.



## ABSTRACT

BARBOSA, Gislaine Paola de Oliveira Barbosa. Federal University of Grande Dourados. **Production components of maize intercropped with *Crotalaria spp.*** 2020. 53 p. Advisor: Munir Mauad. Co-supervisor: Rodrigo Arroyo Garcia.

The diversification of species in cultivated areas is a necessity to improve the production environment. The intercropping of leguminous species as *Crotalaria* can contribute to the succession systems soybean-maize as an alternative to the consolidated maize-brachiaria intercropping. Thus, the objective of this study was to evaluate intercropping system of maize and leguminous species of *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, and *Crotalaria spectabilis*. For that, we measured the dry matter accumulation, the agronomic characteristics, and production components. The field study was conducted at the Experimental station of the Embrapa Agropecuária Oeste (22° 13' S e 54° 48' O e 400 m de altitude), in Dourados, MS, during the off-season of 2018 e 2019. Maize sole crop, intercropping of maize / *C. juncea*, maize / *C. ochroleuca*, and maize /*C. spectabilis* were sorted in a randomized block design with five replications, and evaluated. The *crotalaria* species were sown between the corn sowing lines on the same day as the grass. A reduction in corn grain yield was observed in the intercropping with *C. juncea*, in the off-season 2018 and 2019. In the other hand, this same system contributed positively to the production of dry matter in the aerial part. This system provided considerable amounts of dry matter produced by *C. juncea* when compared to other legume species. In both years of the experiment, the highest grain productivity was found in maize sole crop, yet in maize intercropped with *C. spectabilis* in the 2018 second harvest and *C. ochroleuca* in the 2019 second harvest.

Key-words: *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria spectabilis*.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho é considerada como estratégica para o alicerce da agricultura brasileira, pois compõe diversos sistemas de cultivo, seja na sucessão após a colheita da soja, em cultivo consorciado com gramíneas forrageiras para compor sistemas integrados de produção lavoura-pecuária, ou mesmo compondo esquema de rotação de culturas no sistema plantio direto na região Sul do Brasil (CONTINI et al., 2019), bem como nos estados da Região Centro-Oeste do país (MS, GO e MT).

Em algumas cidades da Região Centro-Oeste do Brasil, devido ao déficit hídrico no período de inverno, não são possíveis semear plantas de coberturas em sistema de sequeiro nesta época, razão pela qual tais coberturas devem ser semeadas no verão ou em consórcio com a cultura de valor econômico. Nesse contexto, consorciação entre culturas é prática promissora nos sistemas sustentáveis que envolvem a semeadura de duas ou mais espécies numa mesma área, como por exemplo, milho com braquiária e/ou milho com crotalárias (KAPPES e ZANCANARO, 2015).

As vantagens da consorciação do milho com leguminosas estão no aumento da produção de matéria seca, maior cobertura do solo durante o período de desenvolvimento da cultura, maior eficiência na ciclagem e disponibilização de nutrientes devido à exploração de diferentes volumes de solo por sistemas radiculares com padrões distintos e na persistência das coberturas vegetais sobre o solo por maior período de tempo (ALVARENGA et al., 1995). Assim como o aporte de nitrogênio ao sistema solo-planta em função da associação simbiótica com bactérias de nitrogênio (PERIN et al., 2003) como as do gênero *Bradyrhizobium* que podem fornecer até 300 kg de nitrogênio (HUNGRIA et al., 2006), contribuindo com a nutrição das culturas subsequentes (ANDREOLA, et al., 2000).

Todavia, o conhecimento do comportamento das espécies na competição por fatores de produção torna-se de grande importância para o êxito da produtividade satisfatória da cultura de grãos, evitando que a competição existente entre as espécies inviabilize o cultivo consorciado (KLUTHCOUSKI e YOKOYAMA, 2003). Cultivos consorciados tendem a apresentar resultados significativos após alguns ciclos de cultivo, pois ocorrerá maior acúmulo de matéria orgânica e nutrientes no solo, o que é obtido com o decorrer do tempo (PEREIRA et al., 2011).

O emprego de espécies leguminosas como as crotalárias em sistemas de cultivos consorciados, visando à diversificação da produção agrícola, torna-se mais uma opção para o produtor frente a consolidação do consórcio de milho e braquiária. Entretanto, o estabelecimento destas leguminosas ocorre sob condições de competição. Desse modo, ter conhecimento quanto ao comportamento dessas espécies no sistema de produção se faz necessário, uma vez que cada espécie de crotalária apresenta uma forma de crescimento e desenvolvimento.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o acúmulo de massa seca, características agronômicas e componentes da produção do milho consorciado com *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca* e *Crotalaria spectabilis* na segunda safra.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Milho (*Zea mays* L.)

O milho é um produto fundamental para a agricultura brasileira, cultivado em todas as regiões do País, em mais de dois milhões de estabelecimentos agropecuários. A cultura passou por transformações, destacando-se sua redução como cultura de subsistência de pequenos produtores e o aumento do seu papel em uma agricultura comercial eficiente, com deslocamento geográfico e temporal da produção (CONTINI et al., 2019). A cultura de milho é importante para compor os sistemas de rotação de culturas, tanto na safra de verão, quanto na safra de outono-inverno (segunda safra) (FRANCHINI et al., 2011).

Por ser uma planta do grupo C<sub>4</sub>, altamente competitiva, altamente eficiente na utilização da luz, uma redução de 30% a 40% da intensidade luminosa, por períodos longos, acarretaria em atraso na maturação dos grãos ou até mesmo ocasionaria queda na produção, grande parte da matéria seca do milho, cerca de 90%, provém da fixação de CO<sub>2</sub> pelo processo fotossintético (PEREIRA FILHO et al., 2010).

O estudo do comportamento quanto à marcha de absorção de nutrientes e produção de matéria seca, em estádios de desenvolvimento fenológico de uma planta, é de fundamental importância para definir estratégias de quantidades e das épocas de realizações de adubação e das quantidades mínimas que devem ser restituídas ao solo, para fins de manutenção da fertilidade, contribuindo para o aumento da eficiência no manejo das culturas, proporcionando ganhos em produtividade e redução de custos, com o consequente uso racional e eficiente dos insumos aplicados no solo (FRANCO, 2011).

No estágio V8, inicia-se a queda das primeiras folhas e o número de fileiras de grãos é definido, sob estresse hídrico nessa fase pode afetar o comprimento de internódios, provavelmente pela inibição da elongação das células em desenvolvimento, concorrendo, desse modo, para a diminuição da capacidade de armazenagem de açúcares no colmo e a altura das plantas (FANCELLI, 2015; MAGALHÃES e DURÃES, 2006).

No estágio R3, o grão de aparência amarela no seu interior, um fluido de cor leitosa, o qual representa o início da transformação dos açúcares em amido, ocorre o incremento de matéria seca, esse acréscimo é devido à translocação dos fotoassimilados presentes nas folhas e no colmo para a espiga e grãos em formação

(MAGALHÃES e DURÃES, 2006). Ocorre a deposição de amido de maneira acentuada, um período destinado ao ganho de peso, por parte do grão a ocorrência, de adversidades climáticas, estresse hídrico, acarretará maior porcentagem de grãos leves e pequenos, comprometendo a produtividade (FANCELLI, 2015).

No estágio R6, em que os grãos na espiga alcançam o máximo de acumulação de peso seco e vigor, além da paralisação total do acúmulo de matéria seca nos grãos, acontece também o início do processo de senescência natural das folhas das plantas (MAGALHÃES e DURÃES, 2006). Conclui-se, que o ponto de maturidade fisiológica caracteriza o momento ideal para a colheita, em função da máxima produção (máxima de matéria seca) concentrada neste estágio (FANCELLI, 2015).

### **2.1.1 Componentes da produção na cultura do milho em consórcio**

As diversas espécies vegetais reagem de maneira diferente a cada tipo de competição, apesar do seu importante papel na organização dos indivíduos num dado habitat, a competição interespecífica e intraespecífica são responsáveis pela redução da produtividade de muitas culturas, restringindo a diversificação dos consórcios, exigindo cuidados (CASTRO e GARCIA, 1996).

Nos cultivos em consórcio ocorre competição por luz, água e nutrientes, fatores que afetam o crescimento e a produção das culturas. Esta competição depende das espécies envolvidas, dos seus sistemas radiculares e da disponibilidade de água, nutrientes e oxigênio (COSTA e SILVA, 2008).

Em consórcio a modificação da qualidade e intensidade da radiação solar imposta pela cultura de porte maior é um fator de seleção das espécies botânicas capazes de se desenvolverem sob esta condição e a melhor utilização, aproveitamento da energia solar e dos espaços vertical e horizontal aliada ao favorecimento da ciclagem de nutrientes e melhoria da estrutura do solo são vantagens explícitas do consórcio (CASTRO e GARCIA, 1996).

Gerlach et al. (2019) em estudo sobre os efeitos da influência do consórcio nos componentes de produção e na produtividade da cultura do milho com *C. spectabilis*, guandu e estilosantes independente da época de semeadura das leguminosas, constataram que não houve alterações nos componentes de produção, mas sim incremento na produção de matéria seca quando comparados ao cultivo do milho solteiro, porém não houve efeito na produtividade.

Perin et al. (2004), estudando a consorciação de gramíneas e leguminosas, constataram que a menor produção de fitomassa do milho, no consórcio, pode ser atribuída à competição por recursos naturais, mormente luz, pois a *Crotalaria juncea* apresenta rápido estabelecimento e elevada taxa inicial de crescimento, comparativamente ao milho.

A semeadura simultânea de milho cultivado de verão com *C. juncea* prejudicou a produtividade de grãos do milho, no entanto, forneceu consideráveis quantidades de massa seca para a soja em sucessão, a qual teve sua produtividade de grãos incrementada (KAPPES e ZANCANARO, 2015). Segundo os mesmos autores a utilização das coberturas vegetais em consórcio com o milho não contribuiu para o incremento de produtividade da cultura principal dentro do mesmo ciclo.

O comprimento, o diâmetro de espiga, o número de espigas por área e a densidade dos grãos são características que determinam o potencial de produtividade diâmetro de espiga está estreitamente relacionado com enchimento de grãos e número de fileiras de grãos por espiga, que também é influenciado pelo genótipo (OHLAND et al., 2005).

Plantas maiores acumulam mais nutrientes, transladando-os para as espigas na época de enchimento dos grãos, bem como, após a colheita, depositam maior quantidade de palha no solo e que plantas com colmos mais finos, que possuem menor capacidade de translocação de nutrientes o que as tornam mais susceptíveis ao tombamento pelo efeito do vento, pelas chuvas e pelo trânsito de maquinários durante o manejo da cultura (PARIZ et al., 2011).

## **2.2 *Crotalaria* spp.**

O gênero *Crotalaria* possui cerca de 600 espécies distribuídas em áreas tropicais e subtropicais do hemisfério sul e da África. Este gênero pertence à família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Crotalarieae (MOSJIDIS e WANG, 2011).

As plantas desse gênero produzem legumes, que quando próximo à deiscência, apresenta as sementes livres em seu interior, quando agitado produz um som semelhante ao de um chocalho o ao guizo da cobra cascavel (*Crotalus* sp.) é dessa característica, que se derivam os nomes populares da maioria de suas espécies, como guizo-de-cascavel, xique-xique e crotalaria, tal como o nome do gênero (QUEIROZ, 2009).

Flores e Miotto (2005), caracterizam-nas como plantas herbáceas com cerca de 50 cm de altura ou arbustos com até 3 m altura, folhas digitado-trifolioladas, unifolioladas ou simples, flores com corola predominantemente amarela e legumes inflados, complementam ainda que as espécies do gênero possuem considerável plasticidade e adaptam-se a diferentes condições ambientais facilmente, podendo ocorrer em variados tipos de habitats, como áreas próximas de rios, morros litorâneos, restingas, orla de matas, campos e cerrados.

As plantas desse gênero são anuais, eretas, subarbusivas a arbustivas, de crescimento determinado e com sementes de tamanho reduzido e forma de rim. São utilizadas principalmente como adubos verdes, como alternativa à diminuição ou mesmo à eliminação da necessidade de utilização de adubos nitrogenados químicos, possibilitando consequentes e relevantes aumentos no rendimento das culturas em sucessão ou rotação (AGUIAR et al., 2014).

As crotalárias são amplamente utilizadas por produtores para fins de se obter cobertura morta, sendo utilizada como adubo verde, tem a capacidade de manter relação de simbiose com bactérias que captam nitrogênio da atmosfera e fixam no solo, possui histórico que a caracteriza como planta com efeito alelopático em determinadas plantas daninhas (ARAÚJO, 2011).

Rosa et al. (2013), constataram que *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria juncea* podem ser recomendadas em áreas infestadas com o fito nematoide *Meloidogyne javanica*, no emprego de rotação de cultura, adubação verde e em plantios consorciados, para evitar a aumento da população de espécies de nematoides das galhas pois comportaram-se como resistentes neste estudo.

### **2.2.1 Crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.)**

Aguiar et al. (2014), descrevem-na como sendo espécie originária da Índia e Ásia Tropical, produtora de fibras e celulose de boa qualidade, próprias para a indústria de papel e outros fins. Segundo os mesmos autores, *Crotalaria juncea* é recomendada principalmente como adubo verde em cultivo isolado, sendo eficaz na reforma de canaviais, ou em cultivo consorciado ao milho (*Pennisetum glaucum*).

A *Crotalaria juncea* responde ao fotoperíodo, o atraso da semeadura reduz os rendimentos de matéria seca, em função da interação entre fotoperíodo, temperatura, época de semeadura e latitude (AMABILE et al., 2000). Luz et al., (2005) relatam que a *Crotalaria juncea* apresenta as seguintes características, para massa verde: 50 - 70

kg/ha; massa seca: 10 - 20 t/ha; fixação de N: 300 - 400 kg/ha; ciclo até o florescimento: 90 - 120 dias e que a época ideal de semeadura é de OUT-NOV, na Usina São Manoel no Estado de São Paulo.

Essa espécie tem crescimento inicial muito rápido, atingindo de 3,0 a 3,5 m de altura, em estação normal de crescimento. Fixa em média 150 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, apresenta relação C/N entre 17 e 19, e controla, comprovadamente, os nematoides formadores de galhas (*Meloidogyne* sp.) e de cistos (*Heterodera glycini*), controlando também infestantes, como a tiririca (AGUIAR et al., 2014).

A *Crotalaria juncea*, concentra o seu crescimento nos primeiros 40 dias após a semeadura, refletindo no seu rápido estabelecimento e crescimento, fato importante na ocupação de espaços, diminuindo a incidência de plantas espontâneas, no aumento da proteção do solo, no acúmulo de matéria seca e no aporte de nutrientes (TEODORO et al., 2011). Para os mesmos autores a *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis* e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) apresentaram menores ciclos em relação aos demais adubos verdes (mucuna-cinza (*Mucuna accuminata*), mucuna-preta (*Mucuna pruriens*), lablabe e guandu-anão (*Cajanus cajan*)), cujos resultados apontam que a inserção deles em sistemas de cultivos com rotação e sucessão de culturas os favorecem.

Pacheco et al. (2015), estudando características físicas do solo usando *Crotalaria* spp. como agentes biológicos de descompactação de solos concluíram que o crescimento radicular das três espécies de crotalária é maior nas camadas acima e abaixo da camada compactada e que a *Crotalaria juncea* apresentou os maiores valores de fitomassa seca de raiz, em relação às demais crotalárias. Esses resultados demonstram que essa espécie, mesmo em condições de compactação do solo, apresenta maior potencial em mitigar esses efeitos de compactação.

O comportamento de diferentes tipos de adubos verdes mostrou-se significativo na análise estatística do efeito das leguminosas sobre os indicadores de qualidade da cana-de-açúcar, apesar disso, em comparação as médias, a *Crotalaria juncea* pode contribuir na supressão parcial ou total da adubação de nitrogênio, complementam, que a mesma demonstra potencial para auxiliar na conservação de solos degradados, tanto na reciclagem de nutrientes, como no controle de ervas daninhas e algumas pragas (CARVALHO et al., 2014).

Carvalho et al. (1999), constataram que a *Crotalaria juncea*, com a semeadura atrasada, teve redução de fitomassa aérea em relação as semeadas no início do período



chuvoso, já a *C. ochroleuca* apresentou aumento na produção de fitomassa quando semeada de novembro a janeiro, já a mesma quando semeada em março houve queda drástica na produção de fitomassa.

A *Crotalaria juncea* é uma planta que produz elevada quantidade de fitomassa, 50 a 60 Mg ha<sup>-1</sup> de massa verde e 6 a 17 Mg ha<sup>-1</sup> de massa seca, adaptada-se às condições edafoclimáticas da Zona da Mata Mineira e apresenta elevada produção de fitomassa em curto período de tempo, 9,3 Mg ha<sup>-1</sup> de massa seca aos 68 dias após semeadura (SANTOS e FONTANETTI, 2007; PERIN et al., 2004).

Quando cultivada em consórcio, com o milho, no outono-inverno, a *C. juncea* apresentou crescimento mais reduzido, com menor aporte de matéria seca da parte aérea que a do cultivo de verão e apresentou pouca influência na produção de grãos do cereal, possibilitou saldo de custos monetários positivos (CHIEZA et al., 2017).

### 2.2.2 Crotalária ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca* L.)

Luz et al. (2005) relatam que a *C. ochroleuca* apresenta as seguintes características, para massa verde: 20 - 30 kg/ha; massa seca: 7 - 10 t/ha; fixação de N: 133 - 200 kg/ha; ciclo até o florescimento: 120 - 150 dias no Estado de São Paulo.

A *Crotalaria ochroleuca*, também é conhecida pela capacidade de proteger o solo contra a erosão, reduzir a compactação do mesmo, promover elevada reciclagem de nutrientes, além de fornecer fibras de alta qualidade para a fabricação de papéis especiais (SILVA, 2011). A rotação de culturas com crotalária no verão propiciou redução da densidade populacional do nematoide reniforme em comparação ao monocultivo de soja, com reflexos positivos sobre a produtividade de soja na safra seguinte (LEANDRO e ASMUS, 2015).

Garcia e Staut (2018), estudando a produção de biomassa das crotalárias, constataram que a semeaduras de entressafra mais antecipadas (fevereiro) e a *Crotalaria ochroleuca* e *Crotalaria juncea* apresentam maior produção de biomassa, já em semeadura mais tardia (abril), a *Crotalaria ochroleuca* é a melhor alternativa e que o espaçamento reduzido nas entrelinhas, em torno de 20 cm, resulta em maior produção de fitomassa das *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca* e *Crotalaria spectabilis* na entressafra.

Takasu (2019), estudando o consórcio de milho com leguminosas e forrageiras, observou a menor produção de massa seca das coberturas vegetais quando

consorciadas com o milho e comparadas ao cultivo exclusivo, muitas vezes é devido ao sombreamento dessas espécies pelo milho, diminuindo a incidência de luz sobre o dossel das plantas, limitando a fotossíntese e, por conseguinte redução na produção de matéria seca.

### 2.2.3 *Crotalária spectabilis* (*Crotalaria spectabilis* Roth.)

As plantas desta espécie são arbustivas, de crescimento ereto e determinado, relativamente precoces, porém de desenvolvimento inicial lento, apresentando, quando maduras, 1,0 a 1,5 m de altura. Fixam em média, entre 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de Nitrogênio, apresenta relação C/N ao redor de 18 (AGUIAR et al., 2014).

Luz et al. (2005) relatam que a *Crotalaria spectabilis* apresenta as seguintes características, para massa verde: 20 - 30 kg/ha; massa seca: 4 - 6 t/ha; fixação de N: 60 - 120 kg/ha; ciclo até o florescimento: 90 - 100 dias no Estado de São Paulo.

Estudando diferentes adubos verdes Pereira et al. (2012) observaram que a *Crotalaria spectabilis* apresentou os maiores valores de matéria fresca entre as leguminosas avaliadas, seguida pelo feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), tremoço (*Lupinus albus*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.), mucuna (*Mucuna pruriens* L.) e lab-lab (*Lablab purpureus* (L.) Sweet), e que essa espécies floresceu aos 68 dias após a semeadura apresentando-se como a mais fibrosa na época da avaliação, por isso, com maiores valores de matéria fresca (39,1 t/ha<sup>-1</sup>), sendo o adubo verde de maior potencial para acúmulo de fitomassa.

Essa espécie é de ampla adaptação ecológica, recomendada para adubação verde, também utilizada como planta-armadilha muito eficaz no controle dos nematoides formadores de galhas em solos infestados. A *Crotalaria spectabilis* destaca-se na região de Cerrado por seu ciclo relativamente curto, que possibilita semeadura anterior à da cultura principal, contudo, em áreas de Cerrado, apenas se adapta ao cultivo no período chuvoso (CARVALHO e AMABILE, 2006).

Scheuer e Tomasi (2011), demonstraram que as *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria juncea* são eficientes na recuperação de solos, pois ao serem utilizadas como adubo verde, preservam a biodiversidade, aumenta a ciclagem de nutrientes que proporcionou ao aporte significativos de macronutrientes e micronutrientes, em especial o nitrogênio. Verificaram também que a adubação verde intercalar com a cana-de-açúcar, no primeiro ano de cultivo apresentou tímido benefício das leguminosas na produtividade de massa verde e o Brix da cana-de-açúcar, porém, o

cultivo intercalar ano após ano, poder-se-á obter resultados relevantes na produção da cana-de-açúcar.

A *Crotalaria juncea* e a *Crotalaria spectabilis* são más hospedeiras de nematoides (*Meloidogyne javanica* e *M. incognita*) dificultando a proliferação dos mesmos e facilitando seu controle (LEANDRO E ASMUS, 2012).

## **2.3 Características de sistema de produção e consórcio**

### **2.3.1 Sistema Santa Brígida (SSB)**

Oliveira et al. (2010) desenvolveram o sistema de consorciação de milho com adubos verdes, especificamente as espécies guandu-anão (*Cajanus cajan*) ou crotalária (*Crotalaria spectabilis*), denominado Sistema Santa Brígida

Pereira et al. (2011), aprontam fatores que devem ser considerados na definição do consórcio: a cultivar de milho, a espécie do adubo verde e a época de corte do mesmo. No entanto, o fator época de semeadura da leguminosa, seja ela simultânea ou até mesmo 15, 30 e 45 dias após a semeadura do milho devem ser levadas em consideração para melhor tomada de decisão.

Kappes e Zancanaro (2015), concluíram que o consórcio simultâneo de milho no verão com *Crotalaria juncea* prejudicou a produtividade de grãos da cultura principal, no entanto, forneceu consideráveis quantidades de massa seca para a soja em sucessão, a qual teve sua produtividade de grãos incrementada. Já na modalidade de cultivo segunda safra, maiores produtividades de grãos de milho foram obtidas na ausência de consórcio no espaçamento de 0,45 m entre linhas e quando consorciado com *Urochloa ruziziensis* a lanço e com *Crotalaria spectabilis* na linha de semeadura.

No que diz respeito às características químicas do solo, quando se utilizam plantas que expandem seu sistema radicular para os horizontes mais profundos do solo, como é o sistema radicular dos adubos verdes, estas plantas absorvem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e posterior ao corte destas, ocorre então a liberação gradual dos nutrientes para a camada superficial, através da decomposição dos resíduos, tornando-os disponíveis para culturas subsequentes (ESPÍNDOLA et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2014).

As características biológicas do solo mudam de maneira positiva, pois com a presença de material orgânico advindo dos adubos verdes favorecem a atividade dos organismos do solo que servem como fonte de alimento para estes (Cunha et al., 2012).

Para Espíndola et al. (1997), dentre os organismos do solo favorecidos pela adubação verde, merecem destaque as bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*. Estes microrganismos são capazes de promover a fixação biológica do N<sub>2</sub> atmosférico, associando-se às diversas leguminosas num processo simbiótico denominado fixação biológica de nitrogênio (FBN).

Em consórcio, simultâneo ou defasado, de milho com crotalária (*Crotalaria spectabilis*) ou guandu-anão (*Cajanus cajan*) estudado por Oliveira et al. (2010) foi constatado que não suprem a necessidade de N do milho, determinado pela produtividade de grãos e que o consórcio de milho com guandu-anão ou com *Brachiaria brizantha* não interferem na produtividade de grãos de milho, desde que seja fornecido N mineral.

Oliveira et al. (2010), estudando a produtividade de feijão sob diferentes palhadas de consórcios (milho consorciado com guandu-anão, milho consorciado com crotalária e milho consorciado com *Brachiaria brizantha*) observaram que a produtividade do feijão foi maior do que aquelas obtidas sobre palhada exclusiva de milho. Ainda segundo os autores em rotação trienal de espécies graníferas e forrageiras são obtidas altas produtividades de feijão cultivado em sucessão à pastagem, sem a aplicação de N mineral, o que demonstra que os resultados a médio e longo prazo podem beneficiar não somente os produtores como o ecossistema produtivo como um todo, justificando assim a adoção desse tipo de sistema de produção.

Este manejo deve ser planejado em função da cultura a ser beneficiada, para que ocorra sincronismo entre a mineralização dos nutrientes presentes na leguminosa e o aproveitamento pela cultura do milho (PEREIRA et al. 2011). Para Heiras et al (2015), a adubação verde melhora o aproveitamento dos fertilizantes minerais, proporcionando aumentos na produção, porque o adubo verde mobiliza os nutrientes das camadas mais profundas, tornando-os disponíveis para as culturas subsequentes.

As leguminosas apresentam algumas características de relevância, como a fixação de nitrogênio atmosférico por meio de associação com bactérias e além do N, as leguminosas produzem biomassa rica em P, K e Ca e sistema radicular ramificado e profundo, facilitando a reciclagem de nutrientes no solo (TEODORO et al. 2011).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local, Clima e Solo

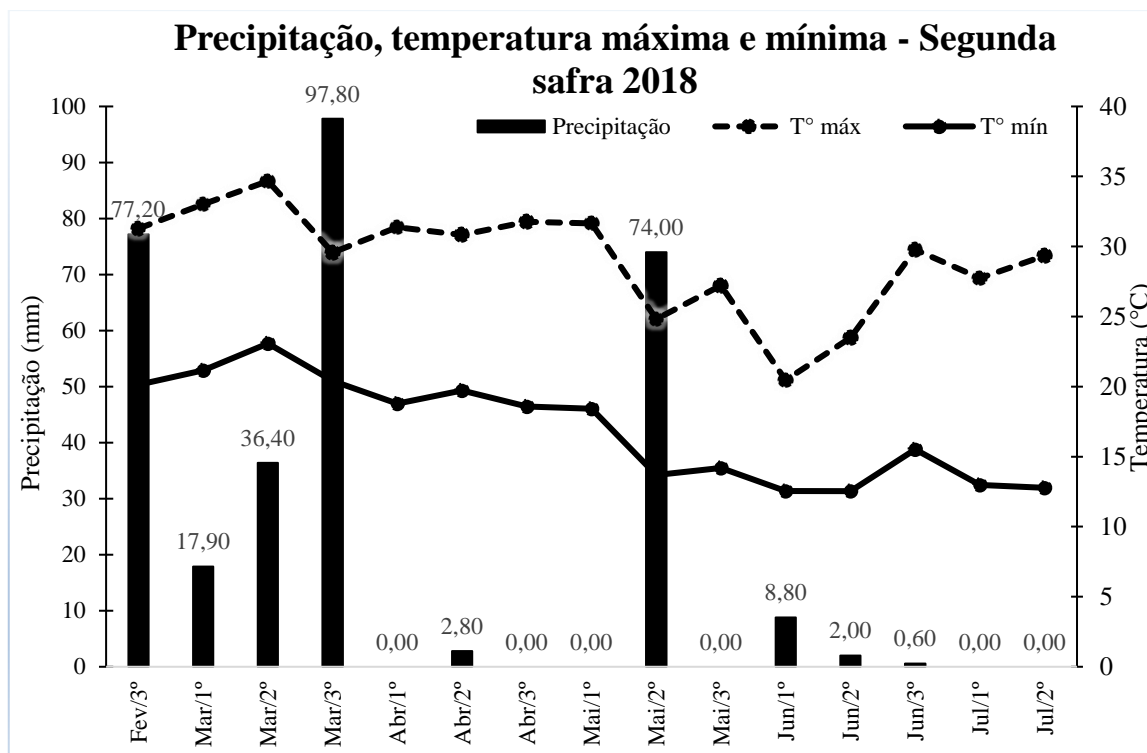
O experimento foi realizado em área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste (CPAO) localizada no município de Dourados-MS, nas coordenadas geográficas de 22°16'44.2"S e 54°48'57.3"O, com altitude média de 400 m. O solo da área experimento é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico de textura muito argilosa - 68% de argila (SANTOS et al., 2018) apresentando as seguintes características químicas (Quadro 1).

**Quadro 1** - Caracterização química do solo na área experimental. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, 2018.

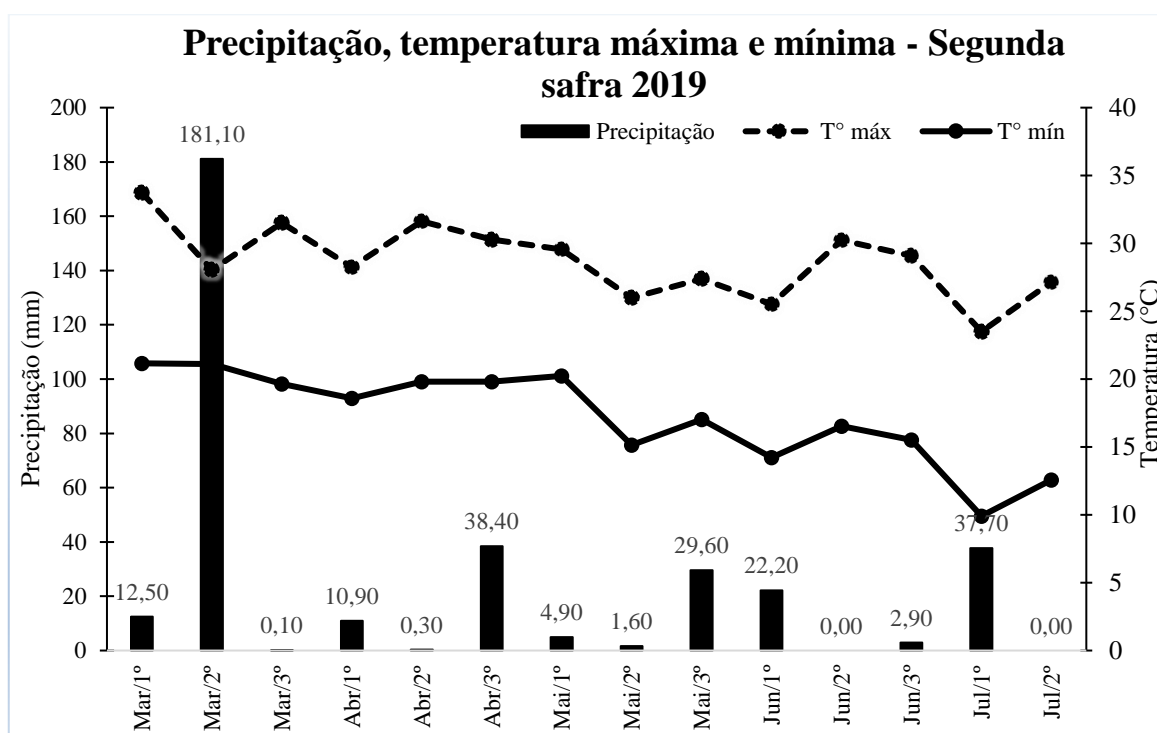
Camada (cm)	pH CaCl <sub>2</sub>	M.O g dm <sup>-3</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K -----	Ca mmol	Mg -----	CTC	V (%)
0-20	5,9	35	20	2,2	40	18	95	63

O clima conforme a classificação de Köppen é do tipo Cwa com verões quentes e invernos secos, temperatura máxima observada nos meses de dezembro a janeiro e as mínimas entre maio e agosto (FIETZ et al., 2017).

Os dados referentes às temperaturas máximas, médias, mínimas e precipitação pluviométrica registrados durante o período experimental, foram obtidos na estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste que fica a 200 m da área experimental e estão apresentados na Figura 1 (a) e (b) em decêndios (10 dias) cujo somatório das pluviosidades dos períodos foram 317,50 mm e 342,20 mm, respectivamente.



**Figura 1(a)** - Precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas por decêndios no período de fevereiro a julho de 2018. Fonte: Estação Meteorológica da Embrapa CPAO. Dourados-MS, 2018.



**Figura 1(b)** - Precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas por decêndios no período de março a julho de 2019. Fonte: Estação Meteorológica da Embrapa CPAO. Dourados-MS, 2019.

### 3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições, constituindo assim 20 parcelas. Os tratamentos foram constituídos por quatro sistemas de cultivos: Milho consorciado com *Crotalaria juncea*, Milho consorciado com *Crotalaria ochroleuca*, Milho consorciado com *Crotalaria spectabilis* e Milho solteiro (Quadro 2). Cada unidade experimental foi composta por 8,0 m de comprimento e 7,0 m de largura, totalizando 56 m<sup>2</sup>. A área útil da parcela foi constituída pelas quatro linhas centrais descartando 1,0 m de cada extremidade, totalizando 21,6 m<sup>2</sup> de área útil.

**Quadro 2** - Caracterização dos sistemas de produção estudados que constituem os tratamentos do experimento. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, 2018.

Sistemas de produção	Sigla
Milho + <i>Crotalaria juncea</i>	M + Cj
Milho + <i>Crotalaria ochroleuca</i>	M + Co
Milho + <i>Crotalaria spectabilis</i>	M + Cs
Milho exclusivo	Milho

### 3.3. Cultivar

O híbrido de milho AG 8780 VT PRO3, é classificado como de alto potencial produtivo e estabilidade, de ciclo precoce, atingindo a maturidade relativa aos 130 dias após a emergência, altura de planta de 220 cm, e inserção da espiga de 115 cm, e arquitetura foliar semiereta. Possui bom empalhamento de espiga, número de fileiras variando de 16 a 18 e o peso de 1000 grãos de 418 gramas (AGROCERES, 2019).

### 3.4 Instalação e Condução do experimento

O híbrido de milho AG 8780 PRO3 e as 3 espécies de crotalárias foram semeados em 23 de fevereiro de 2018 e a emergência ocorreu em 10 de março de 2018, enquanto que no ano de 2019 a semeadura foi realizada em 6 de março e a emergência em 18 de março.

A semeadura foi realizada com semeadora-adubadora de sete linhas, com espaçamento de 0,90 m entre linhas e uma população de 60.000 plantas por hectare. Nos tratamentos em consórcio, as leguminosas foram semeadas nas entrelinhas do milho, com o método de linha intercalar, estando a linha de crotalaria a 45 cm de espaçamento da linha do milho. Para a semeadura simultânea da gramínea e leguminosas fez-se adoção da terceira caixa na semeadora.

As crotalárias foram semeadas na densidade de 15, 9 e 4,8 kg ha<sup>-1</sup> para *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria ochroleuca* respectivamente. Após 10 dias de emergência foi realizado desbaste, de modo a permanecer um stand de 40 pl/m<sup>-1</sup> da *C. ochroleuca*, 30 pl/m<sup>-1</sup> da *Crotalaria spectabilis* e 20 pl/m<sup>-1</sup> de *Crotalaria juncea*.

A adubação de base foi realizada utilizando 200 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 10-15-15 e a cobertura utilizou-se 100 kg ha<sup>-1</sup> de ureia no estágio V6 do milho. Foi realizado manejo com herbicidas para controle da soja “tiguera” antes da implantação do milho + *Crotalaria* spp.

### 3.5 Características avaliadas

#### a) Acúmulo de massa seca das *Crotalaria* spp.

Para avaliação do acúmulo de massa seca das espécies *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria ochroleuca*, fez-se coletas nos três estádios fenológicos do milho: V8; R3 e R6. Para cada época foram coletadas dez plantas de cada espécie de crotalária por parcela. Os materiais foram acondicionados em sacos de papel perfurados e devidamente identificadas e colocadas para secar em casa de vidro, posteriormente, na estufa com circulação forçada de ar a 65 °C pelo período de 72 horas até atingirem massa constante.

#### b) Acúmulo de massa seca do milho

Para avaliação do acúmulo massa seca do, fez-se coletas em três estádios fenológicos do milho: V8 – representado pelas plantas com 8 folhas desenvolvidas; R3 – grãos bem claros e leitosos e R6 – que representa a maturidade fisiológica, ou seja, em cada época, coletaram-se cinco plantas de milho, posteriormente separadas em folhas, colmo e espiga. Os materiais foram acondicionados em sacos de papel perfurados e devidamente identificadas e colocadas para secar em casa de vidro, posteriormente, na estufa com circulação forçada de ar a 65 °C pelo período de 72 horas até atingirem massa constante.

As avaliações a seguir foram realizadas no momento da colheita no estágio fenológico R6:

**c) Altura de planta (m):** foi determinada com régua graduada em centímetros, tomando-se a medida da superfície do solo até a inserção da folha bandeira de cinco plantas por parcela, escolhidas ao acaso.



**d) Altura de inserção da primeira espiga (m):** foi determinada com régua graduada em centímetros, tomando-se a medida do solo até a base da espiga de cinco plantas por parcela, escolhidas ao acaso.

**e) Diâmetro do colmo (mm):** foi medido com um paquímetro digital, no terceiro nó do colmo das plantas, partindo da base para o ápice de cinco plantas por parcela, escolhidas ao acaso.

**f) Comprimento de espiga (cm):** foi determinado com régua graduada em milímetros, mensurada da base até o ápice da espiga de cinco plantas por parcela, escolhidas ao acaso.

**g) Diâmetro de espiga (mm):** foi medido com um paquímetro digital em milímetros, tomando-se a medida na parte central da espiga de cinco plantas por parcela, escolhidas ao acaso.

**h) Massa de 100 grãos (g):** foi obtida por meio da média do peso de oito sub-amostras de 100 grãos por repetição de cada tratamento. As amostras foram pesadas em balança de precisão com duas casas decimais, corrigindo-se o grau de umidade para 13%. A massa dos grãos foi determinada de acordo com as Regras para Análises de Sementes Brasil (BRASIL, 2009).

**i) Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ):** 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, os grãos foram pesados em balança de precisão de duas casas decimais corrigindo-se o grau de umidade para 13% e posteriormente convertida em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

### 3.6 Análise estatística

Os dados obtidos em cada ano agrícola foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando significativos pelo Teste F ( $p < 0,05$ ) as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), utilizando-se o programa computacional SISVAR 5.6. (FERREIRA, 2019).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1 Acúmulo de massa seca – *Crotalaria* spp.

Houve diferença significativa na análise estatística para o acúmulo de massa seca das *Crotalaria* spp. ( $p < 0,05$ ) em todas as épocas de coletas (Quadro 3).

**Quadro 3** - Acúmulo de massa seca de *Crotalaria* spp. em sistemas de produção consorciado com milho. Dourados, MS. 2018 e 2019

Espécie	<i>C. juncea</i>	<i>C. ochroleuca</i>	<i>C. spectabilis</i>	C.V.	D.M.S.
	------(g/planta)-----			(%)	
Coleta	Ano – 2018				
V8	1,15 a*	0,29 b*	0,26 b*	11,67	0,12
R3	6,76 a*	1,13 b*	1,51 b*	23,02	1,30
R6	8,62 a*	1,75 b*	2,25 b*	11,41	0,86
Coleta	Ano – 2019				
V8	1,52 a*	0,37 b*	0,36 b*	22,44	0,30
R3	4,62 a*	1,03 b*	1,62 b*	22,47	0,98
R6	6,75 a*	1,69 c*	4,20 b*	10,60	0,80

1. Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ); De acordo com o teste de F em nível de 5% de probabilidade.

Dentre as leguminosas utilizadas no consórcio, a *Crotalaria juncea* foi a que apresentou maior produção de massa seca nos dois anos de estudo, sendo estatisticamente diferente das demais ( $p < 0,05$ ) (Quadro 3). A *C. juncea* apresenta crescimento com maior aporte de massa seca da parte aérea, ressaltando que no cultivo de verão esse crescimento é maior do que quando cultivada no inverno (CHIEZA et al., 2017).

Na primeira coleta (milho em V8) do ano 2018, a *C. juncea* se destacou obtendo maior rendimento de massa seca que as demais espécies, produzindo 1,15 g/planta de massa seca, enquanto a *C. ochroleuca* e *C. spectabilis*, 0,29 g/planta e 0,26 g/planta, respectivamente (Quadro 3).

Para Teodoro et al. (2011), a *Crotalaria juncea* concentra o seu crescimento nos primeiros 40 dias após a semeadura, refletindo no seu rápido estabelecimento, fato importante na ocupação de espaços, diminuindo a incidência de plantas espontâneas, no aumento da proteção do solo, no acúmulo de matéria seca e no aporte de nutrientes, mas também como planta competidora em conduções de consórcio.

Do mesmo modo, na segunda e terceira época de coleta (milho em R3 e R6), a *C. juncea* obteve as maiores médias, enquanto a *C. ochroleuca* e *C. spectabilis* não diferiram estatisticamente (Quadro 3). Esses resultados indicam que a *C. juncea* mostra-se como espécie extremamente competitiva com o milho em consórcio o que pode acarretar em perdas significativas de produtividade.

No segundo ano de experimento dentre as leguminosas utilizadas no consórcio, a *Crotalaria ochroleuca* foi a que apresentou menor produção de massa seca na segunda safra 2019 (Quadro 3), porém não diferiu estatisticamente da *C. spectabilis*, primeira época de coleta (V8). As espécies *C. ochroleuca* e *C. spectabilis* defeririam estatisticamente na segunda (R3) e terceira (R6) época de coleta na segunda safra 2019. A *C. ochroleuca* obteve as menores médias quando comparada a *C. juncea* e *C. spectabilis* (Quadro 3).

No sistema de produção consorciado com o milho a *C. spectabilis* teve acúmulo de massa seca intermediário a *C. juncea* e *C. ochroleuca*, sendo com esta última diferenciado nos estádios finais de crescimento obtendo valores médios de acúmulo de massa seca superiores em ambos os anos de experimento (Quadro 3), fato que a torna uma boa escolha para a consorciação, por produzir boa quantidade de massa seca e não ser por demasiada competitiva.

O acúmulo de massa seca das leguminosas dentro do sistema de produção é de grande vantagem, pois promovem melhorias no solo e aporte de nitrogênio para a cultura em consórcio e para a cultura sucessora. Para Kappes e Zancanaro (2015), os cultivos de milho no verão com *C. juncea* e com *C. ochroleuca*, ambas implantadas na linha de semeadura, proporcionaram maiores produções de massa seca de parte aérea para o cultivo da soja subsequente em quantidades suficientes para propiciar boa cobertura do solo. Os mesmos autores salientam ainda, que a maior produção de massa seca pode aumentar a disponibilidade de nutrientes para o milho, principalmente de nitrogênio.

Os resultados referentes ao acúmulo de massa seca da parte aérea do milho serão apresentados separadamente em segunda safra de 2018 e 2019.

#### **4.2.1 Acúmulo de massa seca – Milho segunda safra 2018**

A quantidade de massa seca da parte aérea produzida pelo milho diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) em função dos sistemas de consórcios, em todos os estádios de amostragem na segunda safra 2018 (Quadro 4 e 5).

No primeiro ano de estudos foi registrado o valor 317,5 mm de pluviosidade, o qual é reduzido considerando o requerido pela cultura, evidenciando assim o déficit hídrico em épocas de extrema importância para a translocação de fotoassimilados para os drenos (Figura 1.a). A quantidade de água consumida por uma lavoura de milho durante o seu ciclo está em torno de 600 mm e dois dias de estresse hídrico no

florescimento diminuem o rendimento em mais de 20%, quatro a oito dias diminuem em mais de 50% (MAGALHÃES e DURÃES, 2006).

Em geral, observa-se que a massa seca de folhas do milho não diferiu estatisticamente em função dos sistemas de produção nos estádios V8 e R3, enquanto que no R6, os maiores valores ocorreram nas plantas cultivadas em sistema de milho exclusivo na segunda safra 2018 ou consorciado com o *C. spectabilis* em comparação ao consórcio com a *C. juncea*.

**Quadro 4** - Distribuição de massa seca de folhas e colmo da planta de milho em sistemas de produção nos três estádios de desenvolvimento avaliados. Dourados, MS. 2018

Estádio	M + <i>C.j</i>	M + <i>C.o</i>	M + <i>C.s</i>	Milho	C.V. (%)	D.M.S.
	-----g/planta-----					
<b>Folhas</b>						
V8	5,54 <sup>ns</sup>	4,86 <sup>ns</sup>	4,72 <sup>ns</sup>	5,34 <sup>ns</sup>	15,60	1,50
R3	43,30 <sup>ns</sup>	47,42 <sup>ns</sup>	48,12 <sup>ns</sup>	51,06 <sup>ns</sup>	11,54	10,30
R6	43,25 <sup>c*</sup>	47,40 <sup>bc*</sup>	51,65 <sup>ab*</sup>	55,40 <sup>a*</sup>	8,73	8,10
<b>Colmo</b>						
V8	1,34 <sup>ns</sup>	1,44 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	21,70	0,60
R3	38,90 <sup>b*</sup>	47,92 <sup>ab*</sup>	40,11 <sup>b*</sup>	56,17 <sup>a*</sup>	14,45	14,42
R6	61,30 <sup>b*</sup>	66,45 <sup>ab*</sup>	70,60 <sup>a*</sup>	72,60 <sup>a*</sup>	6,47	8,22

1. Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey \*( $P \leq 0,05$ ); <sup>ns</sup> não significativo de acordo com o teste F em nível de 5% de probabilidade.

2. V8: 8 folhas bem desenvolvidas; R3: Grão Leitoso; R6: Maturação Fisiológica.

O sistema de manejo que obteve as menores médias foi o milho em consórcio com a *C. juncea* devido ao sombreamento dessa espécie sob o milho, diminuindo a incidência de luz sobre o dossel das plantas, limitando a fotossíntese, conseqüentemente a redução na produção de massa seca. Para Teodoro et al. (2011), a *Crotalaria juncea* concentra o seu crescimento nos primeiros 40 dias após a semeadura, refletindo no seu rápido estabelecimento, fato importante na ocupação de espaços, diminuindo a incidência de plantas espontâneas, no aumento da proteção do solo, no acúmulo de massa seca e no aporte de nutrientes, mas também como planta competidora em condições de consórcio.

Entretanto, as respostas variam, Chieza et al. (2017), observaram que quando cultivada em consórcio com o milho, no outono-inverno, a *C. juncea* apresentou crescimento reduzido, com menor aporte de massa seca da parte aérea que a do cultivo de verão e apresentou pouca influência na produção de grãos do cereal.

Os resultados de acúmulo de massa seca das folhas em V8 indicam que não houve diferença estatística significativa entre os sistemas, bem como o acúmulo de

massa seca das folhas em R3, que também não apresentou diferença significativa dentre os consórcios (Quadro 4).

Nota-se que para folha, a diferença ocorreu a partir do R3 entre os sistemas de produção, sendo que o M + Cj obteve a menor média de acúmulo de massa seca, todavia, o cultivo do milho exclusivo teve a maior média (Quadro 4). O acúmulo de massa seca nas folhas foi pequeno no início de desenvolvimento da cultura, já na segunda época de coleta observa-se incremento neste valor, entretanto, na última época de coleta volta a reduzir devido a translocação dos fotossimilados das folhas para os grãos (Quadro 4).

Os menores valores observados ao se utilizar o consórcio de M + Cj podem ser explicados pelo sombreamento promovido pela espécie leguminosa (Anexos C, G e K). Magalhães et al. (1996) ressalta que as folhas acima da espiga são responsáveis por cerca de 50-80% da massa seca acumulada nos grãos, salientam, que apesar da melhor transmissão de luz nestes ideótipos, em muitos materiais, o fator limitante para produção de grãos está relacionado com a habilidade da planta de mobilizar e armazenar produtos fotossintetizados nos grãos, e não da capacidade de produzir metabólitos (relação fonte/dreno).

Para Fumagalli et al. (2017) a menor atividade fotossintética das folhas, causada pelo sombreamento da cultura em altas densidades e menores espaçamentos entre fileiras, reduz o suprimento de carboidratos às raízes, o qual é fundamental para a absorção do nitrogênio e de outros nutrientes na fase reprodutiva da cultura, coletivamente, a sequência de eventos acelera a senescência foliar, encurtando o período de enchimento de grãos e levando à produção de grãos mais leves.

Nota-se que para o colmo a diferença ocorreu apenas a partir do R3 entre os tratamentos. Fato que auxilia na explicação desses resultados, seria devido ao armazenamento de fotoassimilados no colmo que se dá após o crescimento vegetativo e antes do início de enchimento de grãos, porque, anteriormente a esta fase, fotoassimilados é usado na formação de novas folhas. No entanto, os carboidratos têm de se alojar (ficar armazenado) em algum órgão da planta, nesse caso, o colmo (Magalhães et al., 1996).

Como o milho solteiro não se encontrava em competição pelos fatores água, luz, oxigênio, CO<sub>2</sub> com outra espécie na mesma área, pode se inferir que não houve competição pelos fatores, o que auxilia a explicação por esse sistema de produção ter obtido as maiores médias para o acúmulo de massa seca da parte aérea.

Por não ter havido diferença estatística entre os sistemas de produção nos estádios iniciais V8 em todas as estruturas avaliadas da cultura do milho, pode-se inferir que no início do desenvolvimento as crotalárias não influenciam no desenvolvimento da cultura, entretanto nos estádios avaliados R3 evidencia-se o efeito competitivo de *C. juncea* consorciada com o milho.

Possivelmente este resultado é devido ao seu crescimento acelerado, a *Crotalaria juncea* alcança maior altura, podendo causar sombreamento sobre o milho evidenciando esta competição pelos fatores ambientais, como a luz. Resultados semelhante foram observados por Gitti et al. (2012) que concluíram em seu trabalho sobre épocas de semeadura de crotalárias em consórcio com milho, que o consórcio simultâneo de *C. juncea* nas entrelinhas do milho afeta negativamente sua produtividade.

Para o acúmulo de massa seca no colmo em R3 (Quadro 4), o consórcio M + Cj obteve a menor média de acúmulo de massa seca, enquanto o cultivo milho exclusivo foi o que obteve a maior média, não diferindo estatisticamente do consórcio M + Co (Quadro 4).

Os resultados de acúmulo de massa seca no colmo no estágio R6 (Quadro 4) mostram que ocorreram diferenças significativas entre os sistemas, sendo o milho exclusivo que obteve maior média dentre os sistemas de produção, não diferindo estatisticamente dos sistemas M + Cs e M + Co e esse último não diferiu do tratamento M + Cj.

Respostas similares a essas foram vistas por Chieza et al. (2009), estudando consórcio de milho com espécies de adubação verde, relataram efeito adverso à produção de grãos do cereal quando ocorreram situações de restrição hídrica. Assim como visto nesse trabalho, ocorreram períodos de grande escassez de chuva, fato que pode ter acarretado em menores médias obtidas no sistema de produção em consórcio com a *C. juncea*, pois esta espécie é altamente competitiva e evidencia-se ainda mais em situação de déficit hídrico.

**Quadro 5** - Distribuição de massa seca de espiga e massa seca total da planta de milho em diferentes sistemas de produção nos três estádios de desenvolvimento avaliados. Dourados, MS. 2018.

Estádio	M + C.j	M + C.o	M + C.s	Milho	C.V.	D.M.S.
-----g/planta-----					(%)	
Espiga						
R3	26,85 b*	41,51 a*	28,52 b*	40,47 a*	12,83	8,27
R6	18,70 <sup>ns</sup>	20,10 <sup>ns</sup>	20,40 <sup>ns</sup>	17,40 <sup>ns</sup>	13,36	4,80
Massa seca total						
V8	6,88 <sup>ns</sup>	6,30 <sup>ns</sup>	6,31 <sup>ns</sup>	6,92 <sup>ns</sup>	15,51	1,92
R3	111,67 c*	139,44 ab*	119,18 bc*	150,54 a*	10,01	24,48
R6	125,15 b*	136,65 ab*	144,90 a*	147,50 a*	4,53	11,78

1. Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey \*( $P \leq 0,05$ ); <sup>ns</sup> não significativo de acordo com o teste F em nível de 5% de probabilidade.
2. V8: 8 folhas bem desenvolvidas; R3: Grão Leitoso; R6: Maturação Fisiológica.

Para o acúmulo de massa seca na espiga em R3 observa-se efeitos significativo dos tratamentos (Quadro 5). O cultivo de milho exclusivo obteve a maior média não diferindo estatisticamente de M + Co. O tratamento com M + Cj e M + Cs foram significativos estatisticamente obtendo as menores médias conforme exposto no Quadro 5. Para Fancelli (2015) a deposição de amido é acentuada em R3, um período destinado ao ganho de peso, por parte do grão, no entanto a ocorrência, neste período, de adversidades climáticas, principalmente estresse hídrico, acarreta maior porcentagem de grãos leves e pequenos, comprometendo a produtividade.

Outro fator que pode ter colaborado para obtenção desses resultados (Quadro 5), pode estar atrelado ao lento crescimento da *C. ochroleuca* quando comparada com as demais espécies de leguminosas, esta apresentou menor produção de massa seca (Quadro 3) em que *C. ochroleuca* obteve médias de acúmulo de massa seca em V8 = 0,29 g/planta, em R3 = 1,13 g/planta e em R6 = 1,75 g/planta, assim a mesma estabeleceu menor competição como o milho quando em consórcio em comparação em consórcio com *C. juncea*.

Os resultados de acúmulo de massa seca na espiga em R6 expressam que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Quadro 5). A cultura foi afetada pelos períodos de escassez de chuva que acarretou em déficit hídrico limitando o desenvolvimento da gramínea, tendo em vista que nesse estágio fenológico ocorre a translocação dos fotoassimilados acumulados (pelas folhas e colmo) ao longo do ciclo para as espigas. Observa-se que durante o estágio V8 não houve diferença estatística para a massa seca total em função dos sistemas de produção (Quadro 5).

O acúmulo de massa seca total em R3 aponta que ocorreram diferenças estatísticas significativas entre os sistemas. A diferença começou em R3 o que mostra a importância do acúmulo de massa seca pelo colmo para produção de massa seca total devido a posterior translocação dos fotoassimilados.

Possível explicação para estas menores médias no acúmulo de massa seca é descrita por Taiz et al. (2017) está relacionada à tensão de turgor, necessária para que haja fluxo de material orgânico na planta, pois, com as células túrgidas, sujeitas a uma disponibilidade hídrica adequada, o produto da fotossíntese pode ser usado para transformar o CO<sub>2</sub> do ar em moléculas mais complexas que após serem formadas, são transferidas às células.

Os resultados de acúmulo de massa seca total em R6 indicam que ocorreram diferenças estatísticas significativas entre os sistemas de produção, tendo o sistema consorciado de M + Cj obtido a menor média dentre os demais. Os sistemas com as maiores médias foram, milho exclusivo e M + Cs com 147,50 g/planta e 144,90 g/planta, respectivamente (Quadro 5).

Deve-se levar em consideração que pode ter sido um agravante para o estresse, as plantas estarem em consórcio, como visto, este primeiro ano de experimento afetou negativamente o enchimento de grãos e evidenciou ainda mais no sistema em consórcio com a *C. juncea*. Perin et al. (2004), em trabalho utilizando a *C. juncea* em consórcio com o milheto, observou menor produção de fitomassa da gramínea, o que foi atribuída à competição por luz, pois *C. juncea* apresenta rápido estabelecimento e elevada taxa inicial de crescimento.

Em consorciação é possível observar que as três espécies leguminosas apresentam características inerentes, podendo estar diretamente relacionado às condições edafoclimáticas e ao ambiente de cultivo, o que se evidencia ainda mais em época de déficit hídrico, como foi nesse primeiro ano de experimento.

Dentre os tratamentos estudados, o milho quando consorciado com *C. spectabilis* e *C. ochroleuca* apresentou médias próximas as do tratamento milho exclusivo, demonstrando-se assim que sua presença no consórcio é mais vantajosa quando comparada a *C. juncea*, no primeiro ano de estudo.

#### **4.2.2 Acúmulo de massa seca – Milho segunda safra 2019**



A quantidade de massa seca da parte aérea produzida pelo milho diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) em função dos sistemas de consórcios, em todos os estádios de amostragem na segunda safra 2019 (Quadro 6 e 7).

No sistema de cultivo em consórcio com a *C. ochroleuca* é menor a competição intraespecífica devido ao lento crescimento, já o índice pluviométrico do segundo ano de experimento foi maior e a distribuição foi melhor que a do ano anterior, essa espécie se mostrou como boa opção para o consórcio com a gramínea.

**Quadro 6 -** Distribuição de massa seca de folhas e colmo da planta de milho em sistemas de produção nos três estádios de desenvolvimento avaliados. Dourados, MS. 2019

Estádio	-----g/planta-----				C.V. (%)	D.M.S.
	M + C.j	M + C.o	M + C.s	Milho		
Folhas						
V8	14,14 <sup>ns</sup>	13,24 <sup>ns</sup>	13,40 <sup>ns</sup>	11,20 <sup>ns</sup>	12,54	3,06
R3	33,80 b*	41,46 a*	37,93 ab*	37,41 ab*	7,84	5,54
R6	39,50 b*	42,75 ab*	45,00 a*	43,00 ab*	5,03	4,02
Colmo						
V8	1,81 <sup>ns</sup>	1,75 <sup>ns</sup>	2,04 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>	20,73	0,68
R3	25,79 b*	30,71 a*	29,85 ab*	29,13 ab*	8,35	4,53
R6	31,00 b*	36,00 a*	34,25 ab*	32,75 ab*	5,52	3,47

1. Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey  $*(P \leq 0,05)$ ; <sup>ns</sup> não significativo de acordo com o teste F em nível de 5% de probabilidade.

2. V8: 8 folhas bem desenvolvidas; R3: Grão Leitoso; R6: Maturação Fisiológica início;

Nota-se que para os resultados de acúmulo de massa seca das folhas em V8 não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. No tocante ao acúmulo de massa seca das folhas em R3, ocorreram diferenças significativas dentre os sistemas de cultivo, tendo o M + Co obtido a maior média de acúmulo de massa seca da folha. Porém, M + Cs e milho exclusivo não difere estatisticamente entre M + Cj e M + Co (Quadro 6).

É possível que o resultado favorável de maior média tenha ocorrido no consórcio M + Co devido ao crescimento mais lento da espécie quando comparada com as demais leguminosas estudadas. Pacheco et al. (2015) estudando o crescimento das *Crotalaria* spp. sob adensamento do solo, descrevem a *C. ochroleuca*, como uma espécie de crescimento intermediário, essa espécie possui elevado número de folhas, porém, com tamanhos reduzidos, o que resultou em menor fitomassa seca de folhas.

Já os resultados para os acúmulos de massa seca das folhas em R6 apontam que houve diferença significativa entre os sistemas de produção (Quadro 6). Em R6 o sistema de consórcio M + Cj obteve a menor média de acúmulo de massa seca,

enquanto que o cultivo do milho exclusivo foi o que obteve a maior média. Não houve diferença significativa do tratamento M + Co, milho exclusivo e M+Cj, sendo que o tratamento milho exclusivo não diferiu do tratamento M+Cs (Quadro 6).

Devido ao rápido crescimento e estabelecimento no consórcio, *C. juncea* apresentou maiores médias de massa seca acumulada em V8 = 1,52 g/planta, R3 = 4,62 g/planta e R6 = 6,75 g/planta quando comparada as demais crotalárias, evidenciando competição intraespecífica (Quadro 3). Resultados similares foram observados por Gitti et al. (2012), ao testarem o consórcio entre milho e espécies de crotalária, observaram que a *C. juncea* apresentou crescimento inicial mais acelerado e maior acúmulo de massa seca, em relação à *C. spectabilis*.

Nota-se que o milho exclusivo obteve a maior média de massa seca nas folhas (Quadro 6), pois nesse sistema não se evidencia competição intraespecífica. Nos sistemas em consórcio com *C. ochroleuca* e *C. spectabilis* essa competição é menor quando comparada ao milho em consórcio com a *C. juncea*, como já visto apresenta crescimento inicial acelerado o que causa maior competição e acarreta sombreamento sob a gramínea. Resultados encontrados neste trabalho corroboram com Kappes e Zancanaro (2015) em que o milho cultivado na ausência de consórcio no espaçamento de 0,45 m entre linhas, devido à ausência das plantas de coberturas, resultando em menor competição por água, luz e nutrientes.

Nota-se que os resultados de acúmulo de massa seca no colmo em V8 (Quadro 6) demonstram que não houve diferença significativa entre os sistemas. Já o acúmulo de massa seca no colmo em R3 evidenciou que houve diferença significativa entre os sistemas, tendo M + Co obtido a maior média e M + Cj obtido a menor média entre os sistemas. O M + Cs e milho exclusivo não diferiram dos tratamentos M + Cj e M + Co (Quadro 6). Para o milho, o colmo atua como suporte de folhas, inflorescências e, principalmente, como uma estrutura destinada ao armazenamento de sólidos solúveis (excedentes de fotoassimilados), que serão utilizados posteriormente na formação dos grãos (FANCELLI, 2015).

Como visto anteriormente, a *C. ochroleuca* tem o crescimento gradativo o que auxilia na redução da competição intraespecífica. Ribeiro et al. (2018) estudando diferentes consórcio com culturas anuais, relatam que a produtividade de massa de braquiária foi aumentada no consórcio com *C. ochroleuca* (14%) e que a mesma não apresentou restrições para o crescimento inicial de *B. ruziziensis*.

Nota-se que para o acúmulo de massa seca no colmo em R6 evidenciou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos, tendo em R6 o M + Co obtido a maior média e M + Cj com a menor média. Já M + Cs e milho exclusivo são estatisticamente similares a M + Co e M + Cj.

**Quadro 7** - Distribuição de massa seca de espiga e massa seca total da planta de milho em diferentes sistemas de produção nos três estádios de desenvolvimento avaliados. Dourados, MS. 2019.

Estádio	M + C.j	M + C.o	M + C.s	Milho	C.V.	D.M.S.
-----g/planta-----					(%)	
Espiga						
R3	47,64 b*	57,39 a*	56,65 a*	48,00 b*	7,60	7,47
R6	97,55 b*	122,75 a*	131,75 a*	116,25 ab*	10,93	24,02
Massa Seca Total						
V8	15,94 <sup>ns</sup>	15,00 <sup>ns</sup>	15,44 <sup>ns</sup>	12,67 <sup>ns</sup>	13,25	3,67
R3	109,04 b*	131,95 a*	126,50 a*	116,72 ab*	7,48	17,00
R6	170,15 b*	203,35 a*	212,70 a*	193,60 ab*	7,24	26,50

1. Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey \*( $P \leq 0,05$ ); <sup>ns</sup> não significativo de acordo com o teste F em nível de 5% de probabilidade.

2. V8: 8 folhas bem desenvolvidas; R3: Grão Leitoso; R6: Maturação Fisiológica início;

Os resultados de acúmulo de massa seca na espiga em R3 indicam que houve diferença significativa entre os sistemas. O cultivo de M + Co obteve a maior média não diferindo estatisticamente ao M + Cs. O tratamento com M + Cj e milho exclusivo foram igualmente significativos estatisticamente obtendo as menores médias, conforme exposto no Quadro 7.

Os resultados de acúmulo de massa seca no colmo no estágio R6 (Quadro 7) mostram que ocorreram diferenças significativas entre os sistemas de produção em ambas as épocas de coleta. Sendo em R6 o M + Cs obteve a maior média dentre os sistemas, não diferindo estatisticamente dos sistemas M + Co e milho exclusivo e esse último não diferiu do tratamento M + Cj.

Nota-se que nos sistemas em consórcio obteve-se as maiores médias de acúmulo de massa seca total em R6 (Quadro 7). Segundo Gitti et al. (2012) no consórcio de milho com *C. spectabilis* e *C. juncea* ocorrem vantagens químicas, físicas e biológicas proporcionadas ao solo pelas espécies de adubos verdes, o que as tornam promissoras nas condições de Cerrado. Esses benefícios da cobertura do solo e da produção de massa seca acarretam em melhor desempenho da gramínea.

Resultado que evidencia esse incremento positivo foi observado por Heinrichs et al. (2002) estudando consórcio de milho com as leguminosas mucuna anã, guandu

anão, *Crotalaria spectabilis* e feijão-de-porco, observaram diferença nos teores de N somente no segundo ano de cultivo do milho, quando os tratamentos com adubo verde diferiram da testemunha.

Para Fumagalli et al. (2017) o incremento da densidade de plantas aumenta a competição entre indivíduos por água, luz e nutrientes, reduzindo a disponibilidade de fotoassimilados para atender a demanda de enchimento dos grãos e a manutenção das demais estruturas da planta.

Quando o aparato fotossintético não produz fotoassimilados em quantidade suficiente para a manutenção dos tecidos, a maior demanda exercida pelos grãos por esses produtos leva os tecidos da raiz e da base do colmo a senescerem precocemente, fragilizando essas regiões (FUMAGALLI et al. 2017).

Nota-se que para o acúmulo de massa seca total em V8, os resultados obtidos não demonstram ter ocorrido diferença estatística significativa entre os tratamentos, conforme o Quadro 7. Para o acúmulo de massa seca total em R3 aponta-se que ocorreram diferenças estatísticas significativas entre os sistemas de produção, tendo os consórcios M + Cs e M + Co obtido as melhores médias. O sistema M + Cj obteve a menor média com produção de massa seca, enquanto o tratamento milho exclusivo não diferiu dos demais (Quadro 7).

Esses resultados encontrados nos tratamentos M + Cs e M + Co corroboram com WUTKE et al. (2014) em que o consórcio de *C. spectabilis* a lanço ou na linha de semeadura do milho e com a *C. ochroleuca* a lanço, também podem ser boas alternativas, pois não interferem negativamente sobre a produtividade de grãos, além disso, são espécies que apresentam certa eficácia no manejo de nematóides, e têm menor porte, sendo vantajoso no consórcio com o milho na redução da competição interespecífica.

Os resultados de acúmulo de massa seca total em R6 indicam que ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, tendo o tratamento M + Cj obtido a menor média dentre os demais. Os sistemas de produção com as melhores médias foram, M + Co e M + Cs. O cultivo do milho exclusivo não diferiu dos cultivos em consórcios, como mostra o Quadro 7.

Como é possível visualizar com esses resultados, o cultivo consorciado promove maior acúmulo de massa seca do que o milho de cultivo exclusivo em anos em que ocorre maior disponibilidade hídrica. Para Pereira et al. (2011), cultivos consorciados tendem a apresentar resultados significativos após alguns ciclos de

cultivo, pois ocorrerá maior acúmulo de massa orgânica e nutrientes no solo, o que é obtido com o decorrer do tempo.

O cultivo do milho em consórcio com *C. juncea* e *C. ochroleuca* não diferiu estatisticamente do milho exclusivo e nem do M + Cs, como apresentado no Quadro 7, demonstrando viabilidade filotécnica. De acordo com Kappes e Zancanaro (2015) avaliando os sistemas de consórcios de *U. ruziziensis* e de crotalárias, com milho, também observaram quantidades de massa seca produzidas significativamente maior no cultivo do milho consorciado com a *U. ruziziensis* ou com a *C. spectabilis* na sua entrelinha, em relação ao cultivo do milho exclusivo.

Os resultados obtidos no segundo ano de experimento apontam que é possível que os sistemas de cultivo consorciados em médio e longo prazo possam trazer benefícios para a produção, visto que não interferem na quantidade de massa seca do milho.

#### 4.2.3 Características agronômicas e componentes da produção

As características agronômicas e componentes da produção do milho em sistemas distintos sistemas de produção diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) nas segundas safras de 2018 e 2019 (Quadro 8).

**Quadro 8** -Efeito do consórcio milho e *Crotalaria spp.* na Altura média das plantas (AP), Altura de inserção da primeira espiga (IAPE), Comprimento da espiga (CE), Diâmetro de colmo (DC), Diâmetro da Espiga (DE) e Peso de 100 grãos (P100) e Produtividade (PROD) do milho em diferentes sistemas de produção. Dourados, MS. 2018 e 2019.

Sistemas de Produção	M + <i>C.j</i>	M + <i>C.o</i>	M + <i>C.s</i>	Milho	C.V. (%)	D.M.S.
Segunda safra – 2018						
AP (m)	1,84 b*	1,97 a*	2,03 a*	2,08 a*	3,46	0,12
IAPE (cm)	81,00 ab*	75,00 b*	83,00 ab*	88,40 a*	5,24	8,13
CE (cm)	18,20 <sup>ns</sup>	18,00 <sup>ns</sup>	18,00 <sup>ns</sup>	18,40 <sup>ns</sup>	11,92	4,11
DC (mm)	21,00 <sup>ns</sup>	20,60 <sup>ns</sup>	21,00 <sup>ns</sup>	20,80 <sup>ns</sup>	2,82	1,11
DE (mm)	33,60 b*	46,40 a*	42,20 ab*	45,60 a*	13,23	10,42
P100 (g)	34,40 <sup>ns</sup>	33,40 <sup>ns</sup>	32,80 <sup>ns</sup>	33,00 <sup>ns</sup>	6,07	9,68
PROD. (ton)	1,86 b*	3,60 a*	3,36 a*	4,03 a*	12,73	0,76
Segunda safra – 2019						
AP (m)	2,01 b*	2,15 a*	2,13 a*	2,05 ab*	2,87	1,12
IAPE (cm)	79,07 ab*	81,15 ab*	83,17 a*	75,12 b*	5,25	7,85
CE (cm)	20,97 <sup>ns</sup>	21,52 <sup>ns</sup>	23,10 <sup>ns</sup>	23,25 <sup>ns</sup>	5,63	2,34
DC (mm)	17,90 <sup>ns</sup>	18,73 <sup>ns</sup>	18,88 <sup>ns</sup>	18,55 <sup>ns</sup>	3,20	1,11
DE (mm)	45,13 b*	46,08 ab*	46,15 ab*	47,23 a*	2,14	1,85
P100 (g)	29,92 a*	30,86 a*	31,90 a*	31,12 a*	3,89	2,28
PROD. (ton)	4,75 b*	5,14 ab*	5,40 a*	5,69 a*	5,97	0,58

1. Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey  $*(P \leq 0,05)$ ; <sup>ns</sup> não significativos, de acordo com o teste F em nível de 5% de probabilidade.

Nota-se que para a característica altura de planta os sistemas que obtiveram as maiores alturas de plantas foram M + Cs, M + Co e Milho exclusivo, os quais obtiveram 2,03 m, 1,97 m e 2,08 m respectivamente (Quadro 8), já o tratamento M + Cj foi o que obteve a menor desempenho de altura o que demonstra que esta característica foi influenciada pelo consórcio, assim como pelas condições climáticas, pois mesmo o milho solteiro apresentou menor altura em relação ao descritor.

A altura poder ter sido reduzida devido ao déficit hídrico, diminuindo o comprimento dos internódios, pela inibição da alongação das células em desenvolvimento, ocasionando diminuição da capacidade de armazenamento de açúcar (fotoassimilados) no colmo (Wincler, 2006).

Resultados divergentes foram encontrados por Gitti et al. (2012), que ao cultivarem o milho exclusivo e consorciado com leguminosas semeadas em diferentes épocas na sua entrelinha de 0,90 m, não verificaram diferença significativa para a altura de plantas e altura de inserção de espiga entre o cultivo do milho exclusivo e o consorciado com as *C. juncea* ou *C. spectabilis*, e concluíram que durante os estádios vegetativos até o estágio de pendramento, o milho não teve competição suficiente com as crotalárias ao ponto de reduzir seu crescimento longitudinal.

Para a característica altura de inserção da primeira espiga o sistema de produção que obteve maior média, foi milho exclusivo (88 cm), porém não diferiu estatisticamente dos tratamentos M + Cs (83 cm) e M + Cj (81 cm). Quanto ao sistema de milho em consórcio com a *C. ochroleuca* foi o que obteve a menor altura com 75 cm de altura de inserção da espiga.

A Agroceres empresa que detém as características genéticas do híbrido AG 8780 VT PRO3, descreve que o mesmo possui potencial genético superiores aos resultados encontrados nesse trabalho. Para altura de planta a empresa descreve o híbrido com potencial genético para 220 cm de altura, enquanto para a inserção da primeira espiga cerca de 115 cm. Nota-se que houve redução do crescimento do colmo como já mencionado, o que refletiu na altura da inserção da primeira espiga e altura de planta.

Freddi (2007) relata que as maiores produtividades estão relacionadas com plantas e espigas mais altas, pois aumenta a capacidade fotossintética das culturas, logo, a produção de grãos. Já para Alvarenga et al. (2006), a cultura do milho possui características favoráveis para o cultivo consorciado, como alto porte das plantas e

altura de inserção das espigas, permitindo que a colheita ocorra sem interferência das plantas forrageiras.

Tendo a característica altura de inserção de espiga mostrando-se como significativa nos sistemas de produção de milho em consórcio com as leguminosas *C. ochroleuca* e *C. spectabilis*, estas apresentam-se como boas escolhas para o consórcio devido ao seu menor porte. Segundo Kappes e Zancanaro (2015) o consórcio destas espécies com o milho contribuem para a redução da competição além de não atrapalhar o processo de colheita mecânica do milho).

Oliveira et al. (2010), avaliando o milho em consórcio com o guandu anão e *C. spectabilis*, quando fornecido 90 kg ha<sup>-1</sup> de N ao sistema, em Santo Antônio de Goiás, observaram redução da altura de inserção de espiga em relação ao milho exclusivo, enquanto que em Ipameri - GO não houve diferenças para os mesmos tratamentos, inclusive quando consorciado com *U. brizantha*, relatando que a altura de inserção da espiga seja dependente de N e dos consórcios utilizados.

Para a característica diâmetro de espiga os tratamentos obtiveram os seguintes resultados: Milho exclusivo (45,60 mm), M + Co (46,40 mm), M + Cs (42,20 mm). Pode-se observar que o sistema de produção M + Cj foi o mais afetado negativamente pelo consórcio cujo o diâmetro de espiga obtido 33,60 mm, resultado este devido a competição intra espécies e ao estresse hídrico na fase de enchimento de grãos (Quadro 8).

Conforme a Figura 1.a, na safra 2018, observa-se que entre início do mês de março e início de abril, passou por período sem precipitação, assim como no terceiro decêndio de março até o início de julho entra novamente em período sem precipitação, período este que a planta do milho inicia o período de enchimento de grãos. Neste período não houve precipitações maiores que 1 mm, o que demonstra o déficit hídrico sob a cultura. Para Magalhães e Durães (2006) o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento das plantas implica menor disponibilidade de CO<sub>2</sub> para fotossíntese e limitação dos processos de alongação celular.

No cultivo do milho exclusivo e consorciado com a *C. ochroleuca*, (Quadro 8) nota-se que pode ter ocorrido menor competição por fatores como água e nutrientes devido ao seu desempenho mais gradativos que as demais crotalárias, quando comparado ao consórcio com a *C. juncea*, por exemplo já o milho exclusivo obteve a maior média possivelmente por não concorrer com outra espécie (Quadro 8).

Para a produtividade de grãos, os resultados foram significativos, nota-se que o tratamento milho exclusivo produziu, em média 4.03 ton. ha<sup>-1</sup>, e não diferenciou estatisticamente dos tratamentos de M + Co e M + Cs. Observa-se que no consórcio de milho com *C. juncea*, espécie altamente competitiva no sistema de produção, a produtividade foi inferior às demais, resultando em 1.86 ton. /ha<sup>-1</sup> (Quadro 8). Chieza et al. (2017), relatam que provavelmente, o consórcio com a *C. juncea* esteja atrelado à competição por água, nutrientes e luz, estabelecida entre os cultivos na fase de enchimento de grãos.

De maneira semelhante, Gitti et al (2012) os encontrados por Gitti et al. (2012) o qual observaram que o consórcio *C. juncea* nas entrelinhas do milho afeta negativamente a produtividade desta gramínea. Para as condições experimentais o consórcio *Crotalaria juncea* mostrou-se extremamente competitiva, especialmente em condições de baixa disponibilidade hídrica.

Segundo Magalhães e Durães (2006), o enchimento de grãos, está intimamente relacionado à fotossíntese, em situação de estresse vai resultar na menor produção de carboidratos, o que implicaria menor volume de massa seca nos grãos. Isto provavelmente é devido ao estresse hídrico que ocorreu nas épocas de diferenciação e enchimento de grãos, pode ter afetado drasticamente o sistema de milho em consórcio com *C. juncea* pelo o que também pode ter diminuído os números de nós e conseqüentemente o número de folha e assim ter ocorrido menor produção de fotoassimilados o que é evidenciado no baixo valor de produtividade de grãos.

A menor produtividade de massa seca de plantas de milho no consórcio com a *Crotalaria* spp. são consequência da competição interespecífica, que resultou em plantas de milho menores, refletindo na menor produtividade de grãos do cereal para a mesma segunda safra (Quadro 8).

Resultados opostos foram encontrados por Heinrichs et al. (2005), avaliando o rendimento de grãos de milho submetido ao sistema consorciado com leguminosas do gênero *Crotalariaeae*, constatou que o rendimento de grãos de milho não sofreu efeito dos tratamentos no primeiro ano, entretanto, no segundo ano o cultivo, as médias dos tratamentos com leguminas foram significativamente superior, o que demonstra que a adoção do sistema de produção pode indicar aumento na produção a longo dos anos de adoção do sistema.

A produtividade de grãos de milho alcançada no primeiro ano de experimento, foi em médias 3,2 t ha<sup>-1</sup>, independente dos consórcios estudados, inferior a



produtividade nacional, que foi de 4,8 ton. / ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2018) para a segunda safra de 2018.

Cambaúva et al. (2019) salientam que os sistemas de cultivo de milho com *C. juncea* apresentaram redução do número de espigas por planta (prolificidade) e do número de grãos por espiga, fatores que influenciam diretamente na produtividade do cereal. Na safra 2019 houve diferença significativa para as variáveis altura de planta, altura de inserção da primeira espiga, comprimento de espiga, diâmetro da espiga, massa de 100 grãos, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e produtividade segunda safra (Quadro 8).

Os resultados indicam que os sistemas de produção M + Cs e M + Co no ano de 2019 proporcionaram as maiores alturas de plantas, entretanto não difeririam estatisticamente do milho exclusivo. Assim, como no ano de 2018 (Quadro 8) o tratamento M + Cj foi o mais influenciado negativamente.

Resultados encontrados por Teodoro et al. (2011) estudando o desenvolvimento da *Crotalaria juncea*, constataram que sua taxa de crescimento é mais acelerada até os 40 DAS, reduzindo entre os 40 e 60 DAS, e após os 60 DAS volta a acelerar. Já *Crotalaria spectabilis* comporta-se de forma diferente, sendo a sua taxa de crescimento praticamente constante nos diferentes períodos avaliados. Isso demonstra que a velocidade de crescimento da leguminosa não afetou negativamente o crescimento do milho, mostrando-se uma espécie interessante para o cultivo em consórcio.

Nota-se que para o diâmetro de colmo, os resultados obtidos no segundo ano não foram significativos (Quadro 8). Para Kappes et al. (2011) o diâmetro de colmo é muito importante para a obtenção de alta produtividade, pois, quanto maior o seu diâmetro, maior a capacidade da planta em armazenar fotoassimilados que contribuirão com o enchimento dos grãos. Possivelmente devido a maior disponibilidade hídrica nesse segundo ano a competição não se evidenciou.

Nota-se que a produtividade de grãos os sistemas de produção milho exclusivo 5.69 ton. /ha<sup>-1</sup> e M + Cs 5.40 ton. /ha<sup>-1</sup> obtiveram as maiores médias. O resultado encontrado corrobora com o de Kappes e Zancanaro (2015) os quais relatam que entre as Crotalárias, a *C. spectabilis* quando semeada na linha do milho ou a lanço em área total, ou em pré-semeadura ao milho, não interferem negativamente na produção do cereal, por apresentar menor porte, taxa de crescimento constante, porém, lento.

Para Gitti et al. (2012), a utilização de *C. spectabilis* com semeadura simultânea nas entrelinhas do milho e nos estádios V4 ou V7 aumenta a produção de massa seca total e não interfere na operação de colheita e produtividade do milho, observando produtividades de 6.421 kg/ha com consórcio de *Crotalaria spectabilis* no estádio V4 da cultura do milho e 6.748 kg/ha no estádio V7, apresentando o milho solteiro, uma produtividade de 6.550 kg/ha.

Quando utilizada no consórcio, pode-se inferir que a *Crotalaria spectabilis* não acarretou em perdas na produtividade para a cultura de interesse econômico – milho - apresenta acúmulo de massa seca intermediário, comparada a *C. juncea* e *C. ochroleuca*, o que a torna uma espécie interessante para esse tipo de sistema de produção, devido ao aporte significativo de material para cobertura do solo e ciclagem de nutrientes advindos da sua decomposição.

Heinrichs et al. (2005), em experimento em que o milho foi consorciado com quatro diferentes espécies de adubos verdes, dentre elas a *C. spectabilis* Roth., em dois diferentes intervalos de semeadura, também constataram que a presença do adubo verde não influenciou a produção do milho, mesmo quando semeado simultaneamente. Resultado similar foi observado nesse experimento, sendo possível observar os valores de produtividade nos sistemas cujo consórcio feito com *C. spectabilis* obteve 3.36 ton. / ha<sup>-1</sup> na segunda safra 2018 e 5.40 ton. /ha<sup>-1</sup> na segunda safra 2019 sendo semelhantes estatisticamente com o tratamento milho exclusivo (Quadros 8).

Herichs et al. (2005), ao avaliar feijão-de-porco em consórcio com o milho durante dois anos de cultivo obtiveram média de rendimento de grãos de milho 23 % maior no segundo ano em relação ao primeiro cultivo, segundo os autores o aumento da produtividade de grãos está relacionado ao aumento dos nutrientes disponíveis no solo.

A produtividade de grãos de milho alcançada no segundo ano do experimento em média 5 ton. /ha<sup>-1</sup>, independente dos consórcios estudados, é próximo à média da produtividade nacional de grãos convencional de milho 5,8 ton. /ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2019) para a segunda safra de 2019. No segundo ano de estudo foi registrado o valor 342,20 mm de pluviosidade, bem melhores distribuídos durante o ciclo da cultura do milho quanto comparado com o ano anterior (Figura 1.a e 1.b) possibilitando maior produção.

Salienta-se que melhores resultados podem estar atrelados a maior tempo de adoção do sistema de produção consorciado com *Crotalaria* spp. e mais pesquisas.

## 5. CONCLUSÃO

O consórcio de *C. juncea* nas entrelinhas do milho reduz o acúmulo de massa seca e produtividade da gramínea.

As espécies *C. spectabilis* e *C. ochroleuca* são alternativas para cultivo consorciado com milho na segunda safra sem prejudicar o acúmulo de massa seca e produtividade do milho.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### AGROCERES

Disponível: <[http://www.sementesagrocere.com.br/pages/Produto\\_AG\\_8780.aspx](http://www.sementesagrocere.com.br/pages/Produto_AG_8780.aspx)>  
Acesso em: 04 de abr. de 2019

AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; M. E. A. G. Z.; PATERNIANI, M. L. S. TUCCI; C. E. F. CASTRO. "Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 452 p." *Boletim IAC* 200.

ALVARENGA, R. C.; COBUCCI T.; KLUTHCOUSKI, F. J.; WRUCH, J. C.C.; GONTIJO NETO, M. M. "Cultura do milho na integração lavoura-pecuária." *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)* (2006). Disponível em:< <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/490283>> Acesso em: 22 fev. 2019.

ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A.J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.2, p.175-185, 1995.

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L. e CARVALHO, A.M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v 35, n.1, p.47-54, 2000.

ARAÚJO, É. de O.; SANTANA, C. N.; e ESPÍRITO SANTO, C. L. D. Potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de milho e feijão. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.6, n.1, p. 108-116, 2011.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília, 399p. 2009.

CAMBAÚVA, V.; LEAL, F. T., e LEMOS, L. B. Crescimento, produtividade e palhada de milho exclusivo e consorciado com crotalárias em diferentes espaçamentos. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 18, n.1, p. 99-111, 2019.

CARVALHO, A. M., BURLE, M. L., PEREIRA, J., e DA SILVA, M. A. Manejo de adubos verdes no cerrado. *Embrapa Cerrados-Circular Técnica (INFOTECA-E)*, 1999.

CARVALHO, A. M. e AMABILE, R.F. Cerrado: Adubação verde. Brasília, Embrapa Cerrados. p. 369, 2006.

CARVALHO, L. A.; SILVA JUNIOR, C. A.; MEURER, I.; SILVA, G. F. C.; NANNI, M.R. Influence of different species of *crotalaria* in indicators of quality of sugarcane. *Agrarian academy*, v.1, n. 1, p.228, 2014.

CASTRO, C. R. T. e GARCIA, R. Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. *Ciência Rural*, v 26, n.1, p.167-174, 1996.

CECCON, G., 2013. Consórcio milho-braquiária. *Embrapa Agropecuária Oeste-Livro técnico (INFOTECA-E)*.

Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/982597>>  
> Acesso em: 24 abr. 2018.

CHIEZA E. D.; LOVATO T.; RODRIGUES J.; PIZZANI R.; PIAIA Â.; TONIN J.; SCHAEFER P. E.; JONER G. e MACHADO D. S. Produtividade do Milho e Produção de Fitomassa em Cultivo Solteiro ou Consorciado com Leguminosas sob Diferentes Formas de Adubação. *Revista Brasileira de Agroecologia*. v.4, n.-. 2 p.1931-1934, 2009.

CHIEZA, E. D.; GUERRA, J.G. M.; ARAÚJO, E. DA S., ESPÍNDOLA, J. A.; FERNANDES, R.C. Produção e aspectos econômicos de milho consorciado com Crotalaria juncea L. em diferentes intervalos de semeadura, sob manejo orgânico. *Revista Ceres*, v. 64, n. 2, p.189-196, 2017.

**COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB 2020.**  
**Nono levantamento de 2018. LEVANTAMENTO**

Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/20861\\_fb79e3ca2b3184543c580cd4a4aa402b](https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/20861_fb79e3ca2b3184543c580cd4a4aa402b)> Acesso em: 10 de junho de 2020.

**COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB 2020.**  
**Décimo levantamento de 2019. LEVANTAMENTO**

Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=10>> Acesso em: 19/06/2020 às 00h00min

CONTINI, E.; MOTA, M.M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R.A.; SILVA, A.F.; SILVA, D.D.; MACHADO, J.D.A.; COTA, L.V.; COSTA, R.V. E MENDES, S.M. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. *Brasília: Embrapa. (Desafios do Agronegócio Brasileiro)*. 2019.

COSTA, A. S. V.; e SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n. 2, p. 663-667, 2008.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA J. A. A. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.56-63, 2012.

DOURADO NETO, D. e FANCELLI, A. L. Produção de milho. *Guaíba: Agropecuária*, p. 360, 2000.

EIRAS, P. P.; COELHO, F.C. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura de milho. *Inter Science Place*, v. 1, n. 17, p. 96-124, 2015.

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

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: Embrapa-Agrobiologia, (Embrapa-CNPAB. Documentos, 42), p.20 ,1997.

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

FANCELLI, A. L. Manejo baseado na fenologia aumenta eficiência de insumos e produtividade. **Visão Agrícola**, v.13, n. 1, p.24-29, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects Split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FLORES, A. S. e MIOTTO, S. T. S. Aspectos fitogeográficos das espécies de *Crotalaria* L. (Leguminosae, Faboideae) na região sul do Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 19, n. 2, p. 245-249, 2005.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. D.; DEBIASI, H. Rotação de culturas: prática que confere maior sustentabilidade a produção agrícola no Paraná. **Informações Agrônomicas, Piracicaba** 134, n. 1 p.1-13, 2011.

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. n 327, p.52, 2011.

FRANCO, A. A. N. **Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo**. 2011. p.13-78. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Montes Claro, Janaúba-MG.

FREDDI, O, S. **Avaliação do intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho cultivado com milho**. 2007. 105f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. São Paulo.

FUMAGALLI, M.; MACHADO, R. A. F.; FIORINI, I. V. A.; PEREIRA, C. S.; PIRES, L.; e PEREIRA, H. Desempenho produtivo do milho híbrido simples em função de espaçamentos entre fileiras e populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.16, n. 3, p.426-439, 2017.

GARCIA, A.; ANDRÉ, R. G. B.; GALBIATTI, J. A.; ANNOUS, S. (2008). Análise de crescimento de uma cultura de milho submetida a diferentes regimes hídricos. **Nucleus**, v. 5, n. 1, p.1-13, 2008.

GARCIA, R. A., e STAUT, L. A. (2018). Como inserir crotalária em sistemas de produção de grãos. **Embrapa Agropecuária Oeste-Circular Técnica (INFOTECA-E)**. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/191614/1/CT-44.pdf>> Acesso em: 22 dez. 2019.

GERLACH, G. A. X., DA SILVA, J. C., e ARF, O. Resposta do milho em consórcio com adubos verde no sistema plantio direto. **Acta Iguazu**, v. 8 n. 2, p.134-146, 2019.

GITTI, D. C.; ARF, O.; VILELA, R. G.; PORTUGAL, J. R.; KANEKO, F. H.; RODRIGUES, R. A. F. Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 2, p.156-168, 2012.

HEINRICH, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; e FANCELLI, A. L. Produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, n. 1, p. 225-230, 2002.

HEINRICH, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P. A. M.; FANCELLI, L. A.; CORAZZA, E. J. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v. 29, n. 1, p. 71-79, 2005.

KAPPES, C. Utilizações e benefícios da crotalária na agricultura. *Revista Panorama Rural*, Ribeirão Preto, n. 147, p. 16-17, 2011.

KAPPES, C., e ZANCANARO, L. (2015). Sistemas de consórcios de braquiária e de crotalárias com a cultura do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 14, n. 2, 219-234, 2015.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura-pecuária. *KLUTHCOUSKI, J.; STONE, LF; AIDAR, H. Integração lavoura-pecuária*, v. 1, p.131-141, 2003.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; DE OLIVEIRA, I.P.; COSTA, J.D.S.; DA SILVA, J.G.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.D.O. AND MAGNABOSCO, C.D.U., 2000. Sistema Santa Fé-Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. *Embrapa Arroz e Feijão-Circular Técnica (INFOTECA-E)*.

Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/208449/1/circ38.pdf>> Acesso em: 29 mai. 2018.

LEANDRO, H. M.; ASMUS, G. L. Efeito do cultivo de milho, braquiária, crotalária e soja sobre a população do nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) em solo naturalmente infestado. Jornada de Iniciação à Pesquisa da Embrapa, Dourados, MS, 2012.

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, v. 45, n. 6, p. 945-950, 2015.

LUZ, P. H. C.; VITTI, G. C.; QUINTINO, T. A.; e OLIVEIRA D. B. "Utilização de adubação verde na cultura da cana-de-açúcar." *Piracicaba: ESALQ: GAPE: Usina São Manoel* (2005).

MAGALHAES, P. C.; DURÃES, F. O. (2006). Fisiologia da produção de milho. *Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)*.

Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490408/1/Circ76.pdf>> Acesso em: 14 jan. 2019.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O., e GOMIDE, R. L. Fisiologia da cultura do milho. *Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE)* p. 15-34, 1996.

MOSJIDIS J. A.; WANG M. L., "Crotalaria". In *Wild Crop Paratives: Genomic and Breeding Resources*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 63-69, 2011.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F. D.; 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*, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

OLIVEIRA, F. L.; GOSCH, M. S. Potencial de leguminosas herbáceas de hábito ereto para adubação verde no cerrado do Tocantins. *Revista de Ciências Agroambientais*, Alta Floresta, v. 2, n. 1, p. 17-24, 2007.

OLIVEIRA, L.B.; ACCIOLY, A.M.A.; SANTOS, C.L.R.; FLORES, R.A.; BARBOSA, F.S. Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.18, n.2, p.157–164, 2014.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. C. Sistema Santa Brígida – tecnologia Embrapa: consorciação de milho com leguminosas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 16 p. (Circular Técnica, 88).

OLIVEIRA, P. D.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. D. C. Sistema Santa Brígida-Tecnologia Embrapa: consorciação de milho com leguminosas 2010. *Embrapa Arroz e Feijão-Circular Técnica (INFOTECA-E)*. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/888019>> Acesso em: 19 nov. 2018.

PACHECO, L. P.; SÃO MIGUEL, A. S. D. C.; BOMFIM-SILVA, E. M.; DE SOUZA, E. D.; DA SILVA, F. D. Influência da densidade do solo em atributos da parte aérea e sistema radicular de crotalária. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.45, n. 4, p. 464-472, 2015.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. *Ciência Rural*, v. 41, n. 5, p. 875-882, 2011.

PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. T. M.; e OLIVEIRA, M. F. *Cultivo do milho*. J. C. C. Cruz (Ed.). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p.1-12, 2010.

PEREIRA, L. C.; FONTANETTI, A.; BATISTA, J. N.; GALVÃO, J. C. C.; GOULART, P. L. Comportamento de cultivares de milho consorciados com Crotalaria juncea: estudo preliminary. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 6, n. 3, p.191-200, 2011.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n. 1, p.35-40, 2004.



**PIRAI**

Disponível em: <<https://pirai.com.br/canaviavel/>> Acesso em: 22 de maio de 2020

QUEIROZ, L. *Leguminosas da caatinga*. Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009.

RAMOS, E. M. D. Componentes produtivos e produtividade de grãos de milho em função de densidades de *Crotalaria spectabilis* semeadas em consórcio. 2017.

RIBEIRO, L. M.; LEITE, E. M.; CECCON, G. Interferência de culturas anuais no crescimento inicial de *Brachiaria ruziziensis*. *Journal of neotropical agriculture*, v. 5, n. 3, p. 70-75, 2018.

ROSA, J. M. O.; WESTERICH, J. N.; WILCKEN, S. R. S. Reprodução de *Meloidogyne javanica* em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação verde. Tropical plant pathology. *Sociedade brasileira de fitopatologia*, v. 38, n. 2, p. 133-141, 2013.

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.

SANTOS H. G.; JACOMINE P. K.; DOS ANJOS L. H.; DE OLIVEIRA V. A.; LUMBRERAS J. F.; COELHO M. R.; ALMEIDA J. A.; ARAUJO FILHO J. C.; OLIVEIRA J. B.; CUNHA T. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.

SANTOS, I.; FONTANETTI, A. Crotalária (*Crotalaria ssp.*) 101 culturas: Manual de tecnologias agrícolas. EPAMIG, *Belo Horizonte*, p.315-316, 2007.

SANTOS, P. R. A.; CHIODEROLI, C. A.; LOUREIRO, D. R.; NICOLAU, F. E.A.; OLIVEIRA, J. L. P.; e DE QUEIROZ, R. F. (2017). Características morfológicas e produtivas do milho no consórcio com forrageiras em diferentes épocas de semeadura. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 11, n.7, p.2031, 2017.

SCHEUER, J. M.; & TOMASI, D. B. A crotalária na adubação intercalar e reforma do cultivo de cana-de-açúcar. *Vivências: revista eletrônica de extensão da URI, Erechim*, v. 7, n.12, p.81-90, 2011.

SILVA, C. J.; CAZETTA, J. O. Capítulo 2 - Efeito de diferentes estresses sobre o crescimento e produção em plantas de milho. *Influência de estresses abióticos na fase reprodutiva do milho*, p.18, 2005.

SILVA, C. **Potencial fisiológico de sementes de *Crotalaria juncea***. 2011, 48p. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; e MURPHY, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Artmed Editora, 6.ed., p. 858, 2017.

TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.D.; SILVA, D.M.N.D.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Agronomic aspects of leguminous to green fertilization in the

Cerrado of the High Jequitinhonha Valley. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, n. 2, p. 635-640, 2011.

WINCLER, L. Melhoramento Genético de Plantas por meio de Biótipos., p.7 (Informativo Fundacep, 2), 2006.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. D. P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso, p. 59-168, 2014.

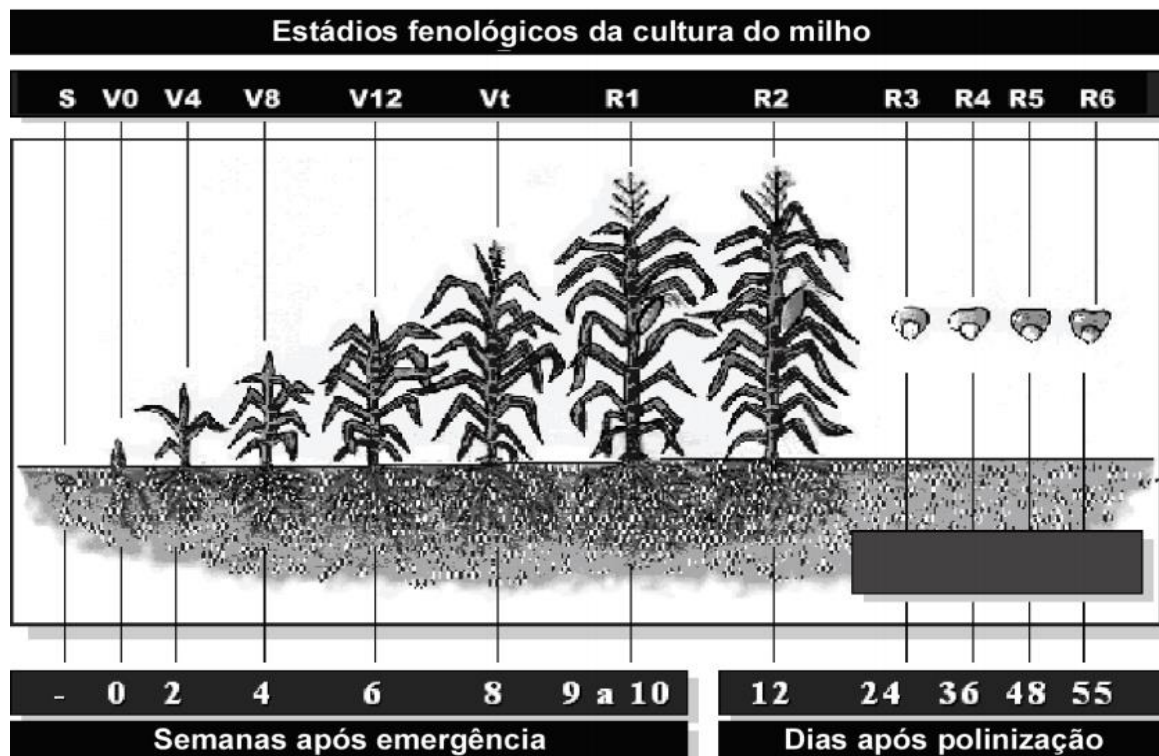
## Anexos

**Anexo A.** Imagem via satélite da área experimental.



Via: Google Earth.

**Anexo B.** Estádios fenológicos da cultura do milho.



Fancelli (1986).



**Anexo C.** Milho em consórcio com *C. juncea* no estágio V8.



**Anexo D.** Milho em consórcio com *C. ochroleuca* no estágio V8.



**Anexo E.** Milho em consórcio com *C. spectabilis* no estágio V8.



**Anexo F.** Milho de cultivo exclusivo no estágio V8.



**Anexo G.** Milho em consórcio com *C. juncea* no estágio R3.



**Anexo H.** Milho em consórcio com *C. ochroleuca* no estágio R3.





**Anexo I.** Milho em consórcio com *C. spectabilis* no estágio R3.



**Anexo L.** Milho em consórcio com *C. ochroleuca* no estágio R6.



**Anexo J.** Milho de cultivo exclusivo no estágio R3.



**Anexo M.** Milho em consórcio com *C. spectabilis* no estágio R6.



**Anexo K.** Milho em consórcio com *C. juncea* no estágio R6.



**Anexo N.** Milho de cultivo exclusivo no estágio R6.

