

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
COORDENADORIA ESPECIAL DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AGRONÔMICAS  
CURSO DE AGRONOMIA

Ana Paula Kroll

**Consórcio de milho com *Crotalaria spectabilis*: produtividade e dinâmica de plantas  
daninhas**

Curitibanos

2021

Ana Paula Kroll

**Consórcio de milho com *Crotalaria spectabilis*: produtividade e dinâmica de plantas daninhas**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.  
Orientador: Profa. Dra. Naiara Guerra

Curitibanos

2021

Ficha de identificação da obra

Kroll, Ana Paula  
Consórcio de milho com *Crotalaria spectabilis* :  
produtividade e dinâmica de plantas daninhas / Ana Paula  
Kroll ; orientador, Naiara Guerra, 2021.  
51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus  
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2021.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Crotalária . 3. Controle Cultural. 4.  
Seletividade. I. Guerra, Naiara . II. Universidade Federal  
de Santa Catarina. Graduação em Agronomia. III. Título.

ANA PAULA KROLL

**Consórcio de milho com *Crotalaria spectabilis*: produtividade e dinâmica de plantas daninhas**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitibanos, 11 de maio de 2021.



Documento assinado digitalmente  
Samuel Luiz Fioreze  
Data: 12/05/2021 08:16:04-0300  
CPF: 052.258.059-90  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Documento assinado digitalmente  
Naiara Guerra  
Data: 11/05/2021 17:36:06-0300  
CPF: 348.641.708-86  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Profa Dra. Naiara Guerra  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze  
Avaliador  
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
Kelen Cristina Basso  
Data: 17/05/2021 14:52:45-0300  
CPF: 097.664.788-58  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Profa. Dra. Kelen Cristina Basso  
Avaliadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir e proporcionar essa oportunidade de crescimento em minha vida.

À toda minha família que foi apoio, amparo e incentivo nessa fase da minha vida. Em especial a minha mãe Isabel, que da sua maneira sempre ofereceu a força que eu precisei para seguir em frente. Passar por tudo isso foi sempre pensando em orgulha-los.

Aos colegas e amigos com quem convivi durante a graduação, por estarem sempre presentes, e por serem a família em Curitiba. Às colegas de apartamento, Cediane, Edna, Bruna, Amanda, Ana Carolina e Daniela vocês foram essenciais e me permitiram ter um lar, obrigado pela convivência. À Talia e ao Willian que também me acolheram como filha. Obrigado por tudo.

A todos os amigos que de uma forma ou de outra me ajudaram a chegar até aqui. Guardarei para sempre na memória os belos momentos que juntos passamos.

Aos professores da Universidade Federal de Santa Catarina pela preocupação com o ensino de qualidade, por nos proporcionarem conhecer todas as faces da Agronomia, vocês todos fazem a diferença. Em especial a minha orientadora, Prof. Naiara Guerra, por toda dedicação e atenção que deu a condução desse trabalho, pelas considerações valiosíssimas, mas principalmente, por ser uma profissional inspiradora.

Por fim, agradeço ao Rafael por ser presença e acolhimento, mesmo longe, por ser não apenas namorado, mas o melhor amigo, e agora colega de profissão. Foi bom chegar até aqui caminhando ao seu lado.

Muito obrigado a todos!

## RESUMO

Os benefícios de se utilizar a crotalária como cobertura verde são relatados por muitos autores, sendo uma importante ferramenta aos sistemas integrados de produção e para a rotação de culturas. Uma forma de inserir a leguminosa no sistema produtivo é em consórcio com o milho, onde no mesmo ano agrícola o produtor tem os benefícios da crotalária e o rendimento de grãos do milho. Outro benefício do consórcio é a maior supressão de plantas daninhas, mas ainda há alguns desafios em relação a utilização de herbicidas que sejam seletivos as duas culturas. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho agrônomo do milho, a dinâmica das plantas daninhas e a eficiência dos herbicidas s-metolachlor, nicosulfuron e bentazon em sistema de consórcio de milho com *Crotalaria spectabilis*. Para isso, o experimento foi conduzido em condições de campo, na safra 2018/19, em Curitiba. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com oito tratamentos e quatro repetições. Sendo três tratamentos com cultivo solteiro, que serviram como testemunha e os demais cultivos consorciados: 1) crotalária solteira; 2) milho solteiro com controle de plantas daninhas; 3) milho solteiro sem controle de plantas daninhas; 4) semeadura da crotalaria quando o milho estava no estágio V4; 5) semeadura simultânea e sem herbicidas 6) semeadura simultânea e com nicosulfuron; 6) semeadura simultânea e com s-metolachlor; 7) semeadura simultânea e com bentazon. As avaliações realizadas foram: contagem de plantas daninhas, determinação de massa de matéria seca das plantas daninhas, determinação de massa de matéria seca da crotalária, e avaliações sobre o rendimento e produtividade do milho (número de plantas por metro, número de espigas por planta, altura de inserção de espigas, massa de mil grãos e produtividade). Os herbicidas s-metolachlor e bentazon se mostraram eficientes no consórcio, e não causaram fitointoxicação a *C. spectabilis*, ao contrário do nicosulfuron que causou graves injúrias a leguminosa. A presença da crotalária na entrelinha afetou a dinâmica de plantas daninhas, principalmente, reduzindo o número de plantas por m<sup>2</sup>. Os parâmetros agrônômicos do milho e o rendimento de grãos não foram afetados pela presença da *C. spectabilis* na entrelinha.

**Palavras-chave:** Crotalária. Controle Cultural. Seletividade.

## ABSTRACT

The benefits of using crotalaria as a green cover are reported by many authors, being an important tool for integrated production systems and for crop rotation. One way of inserting the legume into the production system is in consortium with corn, where in the same agricultural year the producer has the benefits of crotalaria and corn grain yield. Another benefit of the consortium is the greater suppression of weeds, but there are still some challenges regarding the use of herbicides that are selective for both crops. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of corn, the dynamics of weeds and the efficiency of the herbicides s-metolachlor, nicosulfuron and bentazon in a corn intercropping system with *Crotalaria spectabilis*. For this, the experiment was carried out under field conditions, in the 2018/19 harvest, in Curitiba. The experimental design was in randomized blocks with eight treatments and four replications. Three treatments with single cultivation, which served as a witness and the other intercropped crops: 1) single crotalaria; 2) single corn with weed control; 3) single corn without weed control; 4) sowing the crotalaria when the corn was in stage V4; 5) simultaneous sowing and without herbicides 6) simultaneous sowing and with nicosulfuron; 6) simultaneous sowing with s-metolachlor; 7) simultaneous sowing and with bentazon. The evaluations carried out were: weed count, weed dry mass determination, crotalaria dry mass determination, and corn yield and productivity assessments (number of plants per meter, number of ears per plant, insertion height of ears, mass of a thousand grains and productivity). The herbicides s-metolachlor and bentazon proved to be efficient in the consortium, and did not cause phytointoxication to *C. spectabilis*, in contrast to the nicosulfuron that caused serious injuries to the legume. The presence of crotalaria between the lines affected the dynamics of weeds, mainly, reducing the number of plants per m<sup>2</sup>. The agronomic parameters of corn and grain yield were not affected by the presence of *C. spectabilis* between the lines.

**Keywords:** Crotalaria. Culture Control. Selectivity.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Temperatura máxima, mínima e média, e precipitação durante a condução do experimento, Curitibanos, SC, 2018/19. .... | 30 |
|---|----|



## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Descrição dos tratamentos utilizados no experimento de consórcio de milho com crotalária, Curitiba, SC, 2018/19. ....  | 31 |
| Tabela 2 – Dose recomendada e dose utilizada no experimento, onde: i.a. –ingrediente ativo; p.c. – produto comercial, Curitiba, SC, 2018/2019.. ....  | 32 |
| Tabela 3 – Massa de matéria seca da crotalária ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), número de plantas daninhas em $1 \text{ m}^2$ , massa de matéria seca de plantas daninhas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e total de massa de matéria seca – massa de matéria seca da crotalária + massa de matéria seca das plantas daninhas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), em área de cultivo de milho com <i>C. spectabilis</i> , Curitiba, SC, 2018/2019..... | 36 |
| Tabela 4 – Número de plantas por metro, número de espigas por planta, altura de inserção de espigas (m), massa de 1.000 grãos (g) e produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) do milho após cultivo em consórcio com crotalária e com diferentes manejos de plantas daninhas. Curitiba, SC, 2018/19.....  | 41 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALS – Acetolactato sintase

Ca - Cálcio

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

CTC – Capacidade de troca de cátions

DAA – Dias após a aplicação

DAE- Dias após a emergência

FSII – Fotossistema 2

K – Potássio

Mg - Magnésio

N – Nitrogênio

NPK – Fertilizante formulado contendo fontes de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente

P - Fósforo

PD – Planta(s) daninha(s)

V4 – Estágio vegetativo 4 (fenologia do milho)

## LISTA DE SÍMBOLOS

% - Porcentagem

° C – Graus celsius

i.a. – Ingrediente Ativo

p.c. – Produto Comercial

cm – Centímetro

g – Grama

g ha<sup>-1</sup> – Grama por hectare

ha – Hectare

kg – Quilograma

kg ha<sup>-1</sup> - Quilograma por hectare

L - Litro

L ha<sup>-1</sup> – Litro por hectare

m - Metro

m<sup>2</sup> - Metro quadrado

m s<sup>-1</sup> – Metro por segundo

mm – Milímetro

psi – Libra por polegada quadrada

s – Segundo

t – Tonelada

t ha<sup>-1</sup> – Tonelada por hectare

## SUMÁRIO

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>14</b> |
| 1.1          | JUSTIFICATIVA .....  | 15        |
| 1.2          | OBJETIVOS .....  | 15        |
| <b>1.2.1</b> | <b>Objetivo Geral.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>1.2.2</b> | <b>Objetivos Específicos .....</b>                                 | <b>16</b> |
| <b>2</b>     | <b>REFERENCIAL TEORICO .....</b>                                   | <b>17</b> |
| 2.1          | A CULTURA DO MILHO.....  | 17        |
| <b>2.1.1</b> | <b>Plantas daninhas na cultura do milho .....</b>                  | <b>18</b> |
| 2.2          | PLANTAS DE COBERTURA.....  | 22        |
| <b>2.2.1</b> | <b>Crotalária .....</b>  | <b>23</b> |
| 2.3          | HERBICIDAS REGISTRADOS PARA O MILHO E SELETIVOS À CROTALÁRIA ..... | 26        |
| <b>2.3.1</b> | <b>O herbicida s-metolachlor.....</b>                              | <b>26</b> |
| <b>2.3.2</b> | <b>O herbicida nicosulfuron .....</b>                              | <b>27</b> |
| <b>2.3.3</b> | <b>O herbicida bentazon .....</b>                                  | <b>28</b> |
| <b>3</b>     | <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                                    | <b>30</b> |
| 3.1          | ÁREA EXPERIMENTAL.....   | 30        |
| 3.2          | DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....                                    | 31        |
| <b>3.2.1</b> | <b>Aplicação dos herbicidas.....</b>                               | <b>31</b> |
| 3.3          | IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....                        | 32        |
| 3.4          | PARÂMETTOS AVALIADOS .....   | 34        |
| <b>3.4.1</b> | <b>Avaliação do milho .....</b>                                    | <b>34</b> |
| <b>3.4.2</b> | <b>Avaliação da crotalária .....</b>                               | <b>34</b> |
| <b>3.4.3</b> | <b>Avaliação da dinâmica de plantas daninhas .....</b>             | <b>35</b> |
| 3.5          | ANÁLISE ESTATÍSTICA.....   | 35        |
| <b>4</b>     | <b>RESULTADOS E DISCUSÃO .....</b>                                 | <b>36</b> |

|          |                                      |           |
|----------|--------------------------------------|-----------|
| 4.1      | CROTALÁRIA E PLANTAS DANINHAS .....  | 36        |
| 4.2      | DESEMPENHO AGRONÔMICO DO MILHO ..... | 40        |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÕES.....</b>               | <b>44</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS.....</b>              | <b>45</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Espécies do gênero *Crotalaria* vêm sendo utilizadas no Brasil principalmente com a finalidade de cobertura verde, em razão da sua alta capacidade de produção de biomassa e fixação de nitrogênio atmosférico (MATEUS; WUTKE, 2006). Os benefícios de se utilizar esta leguminosa como cobertura verde já são confirmados em muitos trabalhos científicos, dentre eles a produção de palhada, e relação carbono nitrogênio da palhada (SILVA *et al.*, 2009), aporte de nutrientes ao solo como nitrogênio (SANTOS *et al.*, 2010), sendo muito utilizada também visando reduzir a população de fitonematóides (SILVEIRA; RAVA, 2004; BRAZ *et al.*, 2016), e como supressora de plantas daninhas, tanto pela competição (FAVERO *et al.*, 2001), como pelo seu potencial alelopático (TEIXEIRA; ARAÚJO; CARVALHO, 2004; ERASMO *et al.*, 2004).

Se observa a importância destas espécies em sistemas integrados de produção e rotação de cultura (SALOMÃO, 2017), sendo que a crotalária pode ser utilizada também consorciada a outras culturas, normalmente o milho, o que traz vantagens ao produtor, pois no mesmo ano agrícola é possível ter os benefícios que a crotalária fornece ao sistema produtivo e a produção de grãos também acontece paralelamente, gerando lucros. O milho responde de maneira positiva a sistemas de consórcio, pois apresenta características competitivas e rápido crescimento inicial, sendo bastante utilizado em consórcio com espécies de cobertura e atingindo produtividades similares ao cultivo solteiro (PEREIRA FILHO, 2015).

Uma das vantagens decorrentes da consorciação de culturas pode ser também o menor grau de infestação de plantas daninhas. A cobertura mais completa do solo registrada nos sistemas de consórcio, reduz a penetração de luz para o solo, reduzindo a emergência e o crescimento das plantas daninhas (FLECK; MACHADO; SOUZA, 1984).

Alguns autores relatam que não há influência negativa na produtividade do milho pela consorciação com leguminosas, e a adoção de consórcios apresenta-se como opção de sistema agrícola que pode proporcionar benefícios para todo o manejo adotado (COBUCCI, 2001; HEINRICHS *et al.*, 2005; MAULI *et al.*, 2011).

Ao utilizar a crotalária consorciada com o milho promovemos o crescimento de uma cultura que apresenta bons resultados de aporte de nutrientes ao solo, e ainda, essa mesma cultura será responsável por uma supressão significativa de plantas daninhas, que não trariam os mesmos efeitos benéficos para o sistema e ainda, estariam competindo com o milho. A

supressão de plantas daninhas pode ocorrer tanto pela competição por água, luz e nutrientes, como pela liberação de aleloquímicos pela crotalária (BORGHI *et al.*, 2008; MONQUERO *et al.*, 2009; GIMENES *et al.*, 2011).

No entanto, a crotalária também pode apresentar um crescimento agressivo prejudicial a produtividade do milho, sendo necessário utilizar herbicidas que visem suprimir seu desenvolvimento, bem como, o controle de plantas daninhas no início do ciclo da cultura, já que, apesar da tendência que a planta de cobertura irá formar massa suficiente para suprimir as plantas daninhas, no início do ciclo necessita-se de um método de controle das infestantes, sendo necessário o emprego de um herbicida seletivo as duas culturas (NOGUEIRA, 2015).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O sistema de consórcio milho e crotalária é importante ferramenta para melhorar o sistema produtivo. Esse sistema tem potencial como alternativa para rotação de culturas, principalmente em áreas com problemas com fitonematóides, na região serrana do estado de Santa Catarina. Este trabalho pretende contribuir com informações que visem adaptar e melhorar o sistema, para que a crotalária, além de suas demais vantagens no sistema, atue também, na supressão de plantas daninhas, e não exerça competição sobre o milho.

Um dos desafios do sistema de consórcio é a utilização de herbicidas que possam ser seletivos as duas culturas. Esse trabalho buscou testar herbicidas potencialmente seletivos a *C. spectabilis* e registrados para a cultura do milho. Espera-se que os herbicidas não causem injúrias na leguminosa e ainda associados a crotalária possam controlar as principais plantas daninhas da área, uma vez que, a crotalária, semeada na entrelinha, também atuará na supressão das plantas daninhas, pela competição, e por apresentar potencial alelopático. Espera-se que a crotalária não afete o desempenho e a produtividade do milho.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar o desempenho agrônômico do milho e a ocorrência de plantas daninhas, para o consórcio de milho com *Crotalaria spectabilis*, sob ação de diferentes herbicidas.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar o efeito dos herbicidas utilizados na supressão da crotalária.
- Avaliar o efeito dos herbicidas utilizados na ocorrência de plantas daninhas.
- Avaliar o efeito da presença da crotalária na ocorrência de plantas daninhas.
- Determinar o efeito do consórcio de milho e crotalária sobre componentes de rendimento e produtividade do milho e na produtividade de crotalária.



## 2 REFERENCIAL TEORICO

### 2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie pertencente à família Poaceae, que devido a sua grande adaptabilidade, pode ser cultivado em climas tropicais, subtropicais e temperados. O seu cultivo ocorre em distintas condições de temperatura, luminosidade, altitude e pluviosidade. Seu cultivo está associado tanto a produção de silagem quanto à produção de grão, este como finalidade de utilização na alimentação humana e animal, na pecuária, o milho é a base da alimentação animal (BARROS; CALADO, 2014). A cultura apresenta forte potencial produtivo para o agronegócio brasileiro, contribuindo para a vitalidade das economias regionais e nacional. Exerce importante papel socioeconômico, já que, seu cultivo é registrado desde condições de subsistência, agricultura familiar até em condições de média e alta tecnologia.

No mundo, o milho é o grão mais produzido, e no Brasil, perde apenas para o cultivo da soja. Segundo a CONAB (2020), na safra 2019/20 a produção foi de 102.589,2 mil toneladas, em uma área de 18.436,9 mil ha. Para a safra 2020/21 a estimativa é que a produção chegue a 105.483 mil toneladas, que significaria um aumento de 2,91% em relação ao último ano.

O aumento na produção brasileira de milho, exige técnicas que sejam capazes de aumentar a produtividade da cultura. De maneira geral, isso já vem ocorrendo a um bom tempo. Nos últimos cinquenta anos, o aumento da produtividade pode ser atribuído em 50% devido ao melhoramento genético e 50% às melhorias no manejo (PEREIRA FILHO, 2015).

Foram responsáveis pelo incremento na produtividade do milho nos últimos anos: as mudanças tecnológicas no cultivo que incluem a utilização de sementes de cultivares melhoradas (cultivar e híbridos), adaptações no espaçamento e densidade de semeadura de acordo com as características das cultivares ou híbridos, conhecimentos sobre manejo adequado do solo, que inclui entre outras práticas, a rotação de culturas, plantio direto, manejo da fertilidade através da calagem, gessagem e adubação equilibrada com macro e micronutrientes (PEREIRA FILHO, 2015).

As pesquisas no melhoramento vegetal buscaram, predominantemente, a melhoria da produtividade e das características de qualidade dos grãos. Mais recentemente, pesquisas visando selecionar plantas com maior habilidade competitiva com plantas daninhas ganharam importância, isto porque a adoção de genótipos competitivos constitui-se em prática cultural

que promove reduções de custo e impacto ambiental. Neste aspecto, a utilização de genótipos de milho de elevada capacidade competitiva representa ferramenta importante para o manejo cultural de plantas daninhas (RAJCAN; SWANTON, 2001).

Melhorias no manejo das plantas daninhas também contribuíram para a evolução no cultivo do milho, uma vez que, o prejuízo potencial da presença de plantas daninhas na lavoura de milho pode chegar a 90% da produtividade de grãos (RUEDELL, 1991).

### 2.1.1 Plantas daninhas na cultura do milho

A convivência com plantas daninhas pode ocasionar ao milho elevados prejuízos ao rendimento e obrigar ao produtor realizar o controle químico, que elevam os custos de produção (BALBINOT JUNIOR; FLECK, 2005).

Mesmo o milho sendo eficiente na absorção de água e nutrientes, sofre com a matocompetição, principalmente em situações de alta infestação. A absorção de nitrogênio é fortemente comprometida em condições de competição, o nitrogênio é um dos nutrientes de maior limitação entre milho e planta daninha (PEREIRA FILHO, 2015).

Nas áreas de cultivo brasileiras, observa-se a presença tanto de espécies de plantas daninhas monocotiledôneas como dicotiledôneas. As principais espécies infestantes de lavoura de milho são: **a) dicotiledôneas:** *Amaranthus spp* (caruru), *Cardiospermum halicacabum* (balãozinho), *Bidens spp.* (picão-preto), *Euphorbia heterophylla* (leiteiro), *Ipomoea spp* (corda-de-viola), *Raphanus sativus* (nabiça), *Richardia brasiliensis* (poaia-branca), *Commelina benghalensis* (trapoeraba) e *Sida spp.* (guanxuma); **b) monocotiledôneas:** *Urochloa plantaginea* (papuã), *Cenchrus echinatus* (timbete), *Digitaria spp* (capim colchão), *Echinochloa spp* (capim arroz), *Eleusine indica* (capim pé-de-galinha) e *Panicum maximum* (colonião) (PEREIRA FILHO, 2015).

No mundo, o principal método de manejo utilizado para o controle de plantas daninhas na cultura do milho é o químico. No entanto, o manejo integrado de plantas daninhas, que visa a adoção de técnicas afim de racionalizar o uso de herbicidas e melhorar o manejo já é uma prática consolidada.

### 2.1.1.1 Manejo integrado de plantas daninhas

No manejo integrado de plantas daninhas faz-se o uso combinado de diferentes práticas e meios com aproveitamento dos recursos disponíveis, visando maior eficácia, redução de custos e segurança, para tornar o ambiente desfavorável a planta daninha. Para isso faz-se uso combinado dos métodos de controle preventivo, cultural, mecânico, físico e químico.

Na cultura do milho, a evolução de genótipo e a adoção de práticas de manejo da cultura contribuem para o manejo integrado de plantas daninhas (FONTES *et al.*, 2003; BALBINOT JUNIOR; FLECK, 2005). Dentre as práticas de manejo da cultura se tem a rotação de culturas (o que proporciona a rotação de princípio ativo de herbicidas), semeadura na palha (barreira física e química para germinação), utilização de espaçamento reduzido entre fileiras (aumento da competitividade com plantas daninhas, devido à maior quantidade de luz que é interceptada pelo dossel da cultura) (FONTES *et al.*, 2003; PEREIRA FILHO, 2015).

O manejo cultural normalmente é utilizado pelos agricultores, não pensando unicamente no manejo de plantas daninhas, mas que exerce essa função secundária. O método cultural visa aumentar a capacidade competitiva da cultura em detrimento das plantas daninhas. São alguns exemplos o menor espaçamento entre linhas, maior densidade de plantio, época adequada de plantio, uso de cobertura morta, adubações adequadas e rotação de culturas, são técnicas que permitem a cultura tornar-se mais competitivas com as plantas daninhas (MELHORANÇA; KARAN, 2005).

A redução do espaçamento entre fileiras do milho de 76 cm para 38 cm, sob mesma população de plantas, proporcionou diminuição do acúmulo de massa em *Chenopodium album* e *Amaranthus retroflexus* em até 29%, reduzindo também a quantidade de sementes produzida pelas plantas daninhas em trabalho conduzido nos anos de 1996, 1997 e 1998 em Ottawa no Canadá (BEGNA *et al.*, 2001).

A escolha do híbrido também pode ser utilizada como ferramenta para o manejo integrado de plantas daninhas. De acordo com Balbinot Junior e Fleck (2005) as cultivares mais novas, são mais competitivas por nitrogênio e luz, em comparação aos materiais antigos.

Segundo Roggenkamp *et al.* (2000) a estatura das plantas de milho, demonstra ser uma característica fundamental em definir a competitividade dos genótipos. Principalmente por que uma característica importante na definição do potencial da cultura em competir por luz é a capacidade de interceptação de luz pelas folhas localizadas acima da espiga, levando a cultura a sombrear plantas concorrentes que se posicionam abaixo desse nível.

O plantio direto tem auxiliado no controle das plantas daninhas, especialmente no milho safrinha, semeado após a lavoura de verão. Nesse sistema, sem revolvimento do solo, o banco de sementes na parte superficial do solo tende a reduzir, reduzindo a germinação dos propágulos (MELHORANÇA; KARAN, 2005).

O controle químico de plantas daninhas é realizado por meio de herbicidas, que podem ser substâncias de origem dita natural ou biológica (como aquelas derivadas de aleloquímicos) ou sintéticas (normalmente orgânicos), e agem inibindo, a nível metabólico e fisiológico, a germinação, ou o crescimento da plântula, ou o desenvolvimento do vegetal adulto. De modo geral o controle químico pode ocorrer em pré-plantio, em pré-emergência e em pós-emergência (ALBRECHT, *et al.*, 2021).

A dessecação em pré-plantio, ocorre principalmente no sistema de plantio direto, com a aplicação de herbicidas capazes de controlar as plantas daninhas presentes e formar a palhada de cobertura do solo. Nesse caso, deve haver um período entre a aplicação do herbicida e a semeadura da cultura que varia com as características do herbicida. Os principais herbicidas utilizados para a dessecação pré-plantio são glyphosate, 2,4-D e glufosinato de amônio (PEREIRA FILHO, 2015).

O controle de plantas daninhas em pré-emergência é realizado utilizando herbicidas que controlam plantas daninhas no estágio mais inicial, quando as sementes estão germinando e as plântulas ainda não emergiram. Os herbicidas devem ser aplicados em solo que tenha umidade para incorporá-lo, e apresentar poder residual suficiente para manter as plantas daninhas controladas até o final do período crítico de prevenção a interferência. No milho, herbicidas como atrazine e cyanazine são eficientes no controle de plantas de folhas largas. Já herbicidas como s-metolachlor, alachlor, acetochlor, dimethenamid, isoxaflutole, trifluralin e pendimethalin apresentam maior ação sob gramíneas anuais (PEREIRA FILHO, 2015).

A aplicação de herbicidas de pós-emergência na cultura do milho deve ser realizada quando a planta daninha já tiver emergido, sendo que o estágio ideal de aplicação, tanto da planta daninha como do milho, varia em função do herbicida utilizado. Alguns herbicidas podem ocasionar maiores sintomas de fitointoxicação, quando forem aplicados em estádios acima de 6 folhas das plantas do milho, como exemplo temos o 2,4-D. São herbicidas utilizados para essa modalidade: nicosulfuron, foransulfuron + iodossulfuron, carfentrazone, mesotrione, tembotrione, ametryne, atrazine, bentazon, 2,4-D, em variedades de tecnologia RR, temos ainda a possibilidade de utilizar o herbicida glyphosate (VARGAS, PEIXOTO e ROMAN, 2006).

No controle químico é necessário conhecer a seletividade do herbicida para a cultura e sua eficiência no controle das espécies daninhas presentes na área, bem como nas características físico-químicas dos produtos (PEREIRA FILHO, 2015).

#### 2.1.1.1.1 Cultivos consorciados

As plantas daninhas também podem ser controladas por meio da utilização de cultivo consorciado. Esse tipo de cultivo é responsável por alterações na comunidade infestante e oferece vantagem competitiva à cultura, permitindo que as culturas expressem seu máximo potencial produtivo e competitivo, pois o próprio manejo das culturas provoca modificações de espaço, luz, água e solo no sistema, deixando menos favorável ao desenvolvimento de plantas daninhas (CONSTANTIN, 2011).

Para selecionar as espécies para o consórcio, fatores como hábito de crescimento e características morfológicas devem ser considerados, para que não ocorra competição entre elas (CONSTANTIN, 2011). Deve-se considerar também, que as duas culturas consorciadas podem liberar substâncias alelopáticas que podem ser nocivas as plantas daninhas ou ser nocivas a própria cultura em consórcio (HIJANO *et al.*, 2021).

Quando o foco do consórcio é o manejo das plantas daninhas, pode ser empregado em sistemas de plantio direto, uma vez que com essa prática, diminui o revolvimento do solo e possibilita a formação de uma cobertura de restos vegetais sobre sua superfície (HIJANO *et al.*, 2021).

Um exemplo clássico, amplamente utilizado no Brasil, é o cultivo do milho em consórcio com espécies forrageiras, estas, podem ser semeadas simultaneamente ou após a implantação da cultura do milho. O milho é amplamente utilizado no cultivo consorciado, pois apresenta maior capacidade de competição em relação a plantas daninhas e forrageiras (DAN *et al.*, 2012). Segundo Borghi *et al.* (2008) o controle de plantas daninhas no consórcio de milho com *Brachiaria brizantha* foi de 95%.

O cultivo consorciado é considerado uma estratégia vantajosa para o controle das plantas daninhas, mas ainda é necessário superar desafios para que este sistema seja mais eficiente. É preciso melhorar o manejo das plantas de cobertura que são consorciadas com o milho, evitando a competição interespecífica. Além disso, o controle eficiente de plantas daninhas em consórcio é uma das maiores dificuldades, uma vez que, nem sempre a dose

adequada para limitar o crescimento e desenvolvimento da forrageira é a mesma necessária para o adequado controle da flora invasora. A baixa disponibilidade de mecanismos de ação de herbicidas que sejam seletivos ao milho e as plantas de cobertura no sistema de consórcio limita ainda mais a implantação do sistema (DAN *et al.*, 2012).

## 2.2 PLANTAS DE COBERTURA

Plantas de coberturas são amplamente utilizadas nos sistemas agrícolas, com o objetivo de, melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo e apesar do uso de certas plantas ser antigo (SKORA NETO, 2018), a popularização de práticas visando benefícios a qualidade do solo ocorreu após a implementação do sistema de plantio direto (ALVARENGA *et al.*, 2001).

A camada de palha, resultante do cultivo de plantas de cobertura, funciona como atenuadora ou dissipadora de energia, protegendo o solo do impacto das gotas de chuva, atua como obstáculo ao excesso de água e ao transporte de partículas pela enxurrada, ou seja, minimiza a erosão. Protege a superfície do solo da ação direta dos raios solares e do vento, que diminui a evaporação, promovendo na camada mais superficial, umidade e temperatura mais favoráveis ao desenvolvimento de plantas e organismos. A incorporação lenta e gradativa no solo, promove aumento de matéria orgânica, que é fonte de energia para os microrganismos. A atividade microbiana é aumentada, e aliada à mineralização, torna disponível nutrientes às plantas (HECKLER *et al.*, 1998). A palha deixada por culturas de cobertura sobre a superfície do solo, estabelece um ambiente muito favorável ao crescimento vegetal, que proporciona a estabilização da produção e a recuperação ou manutenção da qualidade do solo (ALVARENGA *et al.*, 2001).

Além dos benefícios relacionados a qualidade física e química do solo, a presença das plantas de cobertura no sistema é capaz de afetar os diferentes estágios de desenvolvimento da planta daninha, principalmente por diminuir a qualidade da luz que chega ao solo, pela competição pelos recursos do meio, e por meio do potencial alelopático (HIJANO *et al.*, 2021).

O crescimento das plantas de cobertura atuando como supressor do desenvolvimento de plantas daninhas foi estudado por Skora Neto (2018), que demonstram que a retirada de nutrientes, luz e água pelas plantas que primeiro se estabelecem, suprime o desenvolvimento

das demais, por isso, é importante o estabelecimento das plantas de cobertura em densidade populacional que proporcione rápida ocupação.

A presença da palhada, atua como barreira física protetora ou barreira química, no caso das espécies com potencial alelopático, e promove o controle do estabelecimento das plantas daninhas, influenciando diretamente a dinâmica populacional das plantas daninhas (HECKLER *et al.*, 1998).

Leguminosas são utilizadas como plantas de cobertura, pensando na matéria seca para a cobertura do solo, e por serem fixadoras biológicas de nitrogênio são capazes de fornecer o elemento as culturas seguintes. Dentre as leguminosas empregadas como adubo verde conhece-se o gênero *Crotalária* (SANTOS, *et al.*, 2010).

### 2.2.1 *Crotalária*

Originária da Índia e do Paquistão, a *crotalária* é uma leguminosa adaptada ao clima tropical, de crescimento rápido, principalmente em condições de alta temperatura. É utilizada como adubo verde por trazer benefícios físicos e químicos ao solo. É conhecida e utilizada, por sua habilidade em adicionar rapidamente N e matéria orgânica ao solo (LEAL *et al.*, 2012). Nas espécies mais conhecidas (*C. juncea* e *C. spectabilis*) o aporte de nitrogênio descrito por Mateus e Wutke (2006) é entre 150 e 450 kg ha<sup>-1</sup> quando as plantas foram manejada no florescimento.

Além do benefício a fertilidade do solo, leguminosas do gênero *Crotalaria* são conhecidas pelo poder nematicida. Atua no controle dos principais nematoides que prejudicam culturas como soja e milho (COSTA *et al.*, 2014; DEBIASE *et al.*, 2016), assim como, aumentam a população de nematoides bacteriófagos, onívoros e predadores, em solos com baixos teores de matéria orgânica, sendo um controle biológico importante para o manejo de fitonematóides no sistema produtivo. (WANG *et al.*, 2003 apud LEAL *et al.*, 2012).

Seu desenvolvimento é favorecido em pH entre 5,0 e 7,0, mas ainda é capaz de tolerar solos mais alcalinos, de até 8,4. É naturalmente adaptada ao calor e às áreas semiáridas, sendo resistente à seca, mas o crescimento ótimo ocorre quando recebe ao menos 25 mm de água por semana, não tolera encharcamento. A característica da planta de florescer em dias curtos, faz com que o crescimento seja mais expressivo em cultivos conduzidos na primavera, verão e início do outono (VALEZULA; SMITH, 2002 apud LEAL *et al.*, 2012).

Pela sensibilidade ao fotoperíodo, comportando-se como planta de dia curto e a temperatura agindo como reguladora do ciclo, sendo que em condições de maior temperatura o ciclo é reduzido. Em condições de regiões subtropicais, com maior amplitude térmica durante o dia no verão, o ciclo da crotalária é aumentado. O maior potencial de produção de fitomassa das crotalárias é no verão, mas a inclusão da crotalária no sistema de produção normalmente ocorre, após a colheita da soja, já que esta apresenta maior viabilidade econômica (GÁRCIA; STAUT, 2018). O trabalho de Costa *et al.* (2016), que comparou os cultivos de *C. juncea* no inverno e na primavera, na safra de 2015, na cidade de Cabrália Paulista no estado de São Paulo, mostrou que o frio somado a condição de dias curtos reduziu a produtividade em mais de 80%. Nesse caso, onde a crotalária foi submetida a dias curtos desde o início da produção, houve o florescimento antecipado e somado as condições de frio levaram a redução na produtividade.

O gênero *Crotalaria* L., possui uma grande diversidade de espécies, com aproximadamente 600 (MONDIN, 2003). As espécies *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca* e *Crotalaria spectabilis* são as mais conhecidas cientificamente e pelo setor produtivo. As espécies apresentam diferentes características, que irão influenciar na tomada de decisão das práticas de manejo. De forma geral, a *Crotalaria juncea* e a *Crotalaria spectabilis* apresentam porte mais ereto, menor ramificação e ciclo mais curto. Em contrapartida, a *Crotalaria ochroleuca* possui maior engalhamento e ciclo mais longo (GÁRCIA; STAUT, 2018).

A *Crotalaria spectabilis* é conhecida popularmente como crotalária *spectabilis*, guizo de cascavel e chocalho de cascavel. Morfologicamente, trata-se de uma planta subarborescente de crescimento ereto e determinado, de porte alto, ramificada, folhas simples, e flores completas. Seu ciclo completo é 180 e 200 dias. É uma leguminosa anual, de crescimento inicial lento, de raiz pivotante profunda, podendo romper camadas compactadas. É uma planta de clima tropical e subtropical de ampla adaptação ecológica, e tem apresentado bom comportamento nos diferentes tipos de textura de solo (argilosos - arenosos), inclusive em solos relativamente pobres em fósforo (CALEGARI *et al.*, 1993).

A produção de massa de matéria seca pela *C. spectabilis* apresenta resultado variáveis na literatura, normalmente com valores entre 10 e 20 t ha<sup>-1</sup> em condições de cultivo tropical e subtropical (DOURADO *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2017).



### 2.2.1.1 Efeitos da crotalária na supressão de plantas daninhas

A crotalária é uma boa supressora de plantas daninhas através da competição, principalmente pelo seu elevado potencial em competir por luz (TIMOSSI *et al.*, 2011). Mas também, muitos trabalhos apontam o potencial em liberar aleloquímicos que inibem a germinação e o crescimento de plantas daninhas (CALEGARI *et al.*, 1993; WUTKE, 1993; MONQUERO, 2009).

Segundo Severino e Christoffoleti (2001), a composição do banco de sementes de plantas daninhas é menor em solos cultivados com adubos verdes, e assim como Timossi *et al.* (2011) verificaram que a *Crotalaria juncea* promoveu maior controle sobre a vegetação espontânea dentre as espécies de adubos verdes estudadas, reduzindo, significativamente, a infestação de plantas daninhas. O efeito supressor foi observado nas espécies *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum*, *Digitaria horizontalis*, *Hyptis lophanta* e *Amaranthus spinosus* ocorrendo inclusive diminuição do acúmulo de massa seca ao longo dos dias (ERASMO *et al.* 2004; MONQUERO, 2009).

O cultivo de *Crotalaria juncea*, independentemente da disposição de semeadura utilizada, suprimiu o desenvolvimento da comunidade de plantas daninhas para Timossi *et al.*, (2011). Segundo os autores, além da competição, pode ter ocorrido ação alelopática, por parte da *C. juncea*, conforme já foi comprovado por Calegari *et al.* (1993).

Em relação especificamente a palhada, a fitomassa de *C. juncea* tanto incorporada como depositada na superfície do solo reduziu significativamente as populações das plantas daninhas *B. decumbens*, *P. maximum* e *B. pilosa* se comparada a outros adubos verdes (MONQUERO, 2009).

### 2.2.1.2 Herbicidas seletivos a crotalária

Atualmente não há herbicidas registrados para utilização em plantações de crotalária no Brasil (AGROFIT, 2021). Há alguns anos esse fato era acompanhado da carência de trabalho que estudassem herbicidas que pudessem ser seletivos a leguminosa. No entanto, com a expansão do seu cultivo como adubo verde, sendo utilizada em grandes áreas, surgiu a necessidade de estudar o manejo de plantas daninhas, e hoje, já temos trabalhos que testaram a seletividade de herbicidas que podem ser utilizados nas diferentes espécies de crotalária (BRAZ, 2016).

O trabalho de Braz (2016) teve o objetivo de selecionar herbicidas que fossem seletivos a *Crotalaria spectabilis*. Seu trabalho concluiu que os herbicidas: chlorimuron-ethyl, diclosulan, imazethapyr, pyriithiobac-sodium, trifloxysulfuron-sodium, clomazone, pendimethalin, S-metolachlor e trifluralin, que são pré emergentes, e os herbicidas imazethapyr, pyriithiobac-sodium, flumiclorac, bentazon e clethodim aplicados em pós-emergência não causaram injúrias capazes de comprometer o desenvolvimento das plantas de *C. spectabilis*, esses herbicidas tem potencial de uso como herbicidas seletivos para *C. spectabilis*.

Para Dias *et al.* (2017) foram seletivos a *C. spectabilis*, os herbicidas bentazon, clomazone, diclosulam e ethoxysulfuron. Enquanto herbicidas como atrazine, oxadiazon, mesotrione e atrazine + flumioxazin + carfentrazone-ethyl não apresentaram seletividade à cultura.

O herbicida nicosulfuron, não foi reconhecido por Braz (2016) e Dias *et al.* (2017) como seletivo, no entanto, as injurias de fitointoxicação não foram tão graves nas subdoses de 50 e 75% em relação a dose comercial.

## 2.3 HERBICIDAS REGISTRADOS PARA O MILHO E SELETIVOS À CROTALÁRIA: OPÇÃO PARA O CONSÓRCIO

Dentre os herbicidas mencionados no tópico anterior, destacamos o pré emergente s-metolachlor, e o pós emergentes bentazon e nicosulfuron que são registrados para a cultura do milho. Dessa forma, seriam possíveis opções para a modalidade de consórcio entre milho e *C. spectabilis*.

### 2.3.1 O herbicida s-metolachlor

O herbicida s-metolachlor é um pré emergente, do grupo químico da cloroacetamida, absorvido principalmente pelo coleótilo e hipocótilo das plântulas, que entram em contato com o herbicida. O princípio ativo foi desenvolvido para o controle, principalmente, de gramíneas, Commelinaceae e algumas dicotiledôneas (RODRIGUES; ALMEIDA, 1998).

A seletividade desse herbicida está relacionada à taxa de metabolismo, a absorção diferencial e a translocação. Plantas tolerantes rapidamente metabolizam as cloroacetamidas, quando comparadas com plantas susceptíveis. Milho e soja são capazes de metabolizar as

cloroacetamidas e impedir o acúmulo e persistência em níveis fitotóxicos, por isso, são consideradas tolerantes (KARAM *et al.*, 2003).

A fitotoxicidade nas plantas sensíveis é observada após a emergência das plântulas, onde se observa menor crescimento da nervura central, enrugamento das folhas e não abertura do coleóptilo (KARAM *et al.*, 2003).

S-metolachlor apresenta estrutura química mais estável e maior adsorção aos colóides orgânicos e minerais do solo, por isso é mais eficiente do que acetochlor e alachlor, por exemplo. No solo, s-metolachlor é dissipado mais lentamente, resultando em maior persistência e conseqüentemente maior controle residual das plantas daninhas (PEREIRA FILHO, 2015).

### **2.3.2 O herbicida nicosulfuron**

O herbicida nicosulfuron pertence ao grupo químico das sulfonilureias, atua inibindo a enzima acetolactato sintase (ALS), impedindo a síntese de aminoácidos essenciais, valina, leucina e isoleucina. Apresenta ação sobre gramíneas e algumas espécies de folha larga, como caruru, leiteiro, picão-preto, nabo e beldroega entre outras (PEREIRA FILHO, 2015; VARGAS, PEIXOTO e ROMAN, 2006; CARVALHO *et al.*, 2015).

A absorção ocorre via foliar e a translocação é rápida até os meristemas. O sintoma de fitotoxicidade característico da aplicação desse herbicida consiste na descoloração da lâmina das folhas centrais da planta (clorose), que estão em fase de expansão no momento da aplicação. O milho apresenta capacidade de metabolizar o nicosulfuron em compostos não ativos, cultivares tolerantes parecem metabolizar sulfonilureias mais rapidamente. A tolerância a esse herbicida é diferencial entre híbridos de milho, isso restringe a utilização de nicosulfuron a determinadas cultivares que tolerem o produto, embora não exista relações de quais híbridos têm tolerância ou não ao herbicida, cabendo aos consultores e agricultores conhecerem essas informações com base em experiência de campo (RODRIGUES; ALMEIDA, 1998; VARGAS; PEIXOTO; ROMAN, 2006; CARVALHO *et al.*, 2015).

O herbicida nicosulfuron está registrado para a cultura de milho, sendo utilizado em pós-emergência em área total, a aplicação é indicada, quando as plantas de milho estiverem com duas a seis folhas definitivas (entre 10 a 25 cm de altura) e as plantas daninhas com duas a seis folhas ou até dois perfilhos (VARGAS; PEIXOTO e ROMAN, 2006). A dose indicada

para o controle de grande parte das plantas daninhas é de 0,05 a 0,06 kg ha<sup>-1</sup> de ingrediente ativo i.a. (1,25 a 1,5 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial – Sanson) (SANSON 40 EC, 2020).

### 2.3.3 O herbicida bentazon

O herbicida bentazon, do grupo químico das benzoatiadiazinonas, é indicado para controlar folhas largas na cultura de milho. É altamente seletivo para o milho e controla de maneira satisfatória espécies como guanxuma, picão-preto, corda-de-viola, nabo e trapoeraba (VARGAS; PEIXOTO; ROMAN, 2006).

O mecanismo de ação deste herbicida é a inibição da fotossíntese através do bloqueio de fluxo de elétrons no FSII, os elétrons ligam-se à proteína D1, no sítio onde se acopla à plastoquinona “QB”. O herbicida compete com a plastoquinona “QB” pelo sítio na proteína D1, impedindo que está se acople à D1 e, dessa forma, interrompendo a transferência de elétrons do FSII para o complexo Cyt b/. Com isso a taxa fotossintética das plantas declina, e logo após a redução na produção de energia e, conseqüentemente, de carboidratos e açúcares, o que leva a planta à morte. Os sintomas do herbicida e a morte da planta iniciam no momento em que ocorre o bloqueio do fluxo de elétrons. Além disso, a absorção de energia e a sua transferência até o local do bloqueio pelo herbicida não são interrompidas, provocando a formação de radicais livres, que reagem com proteínas e membranas do cloroplasto, causando a perda de função desta organela. A fotossíntese é interrompida com a perda da integridade da membrana, e a célula perde sua funcionalidade (ROMAN *et al.*, 2005).

Plantas tratadas com bentazon apresentam sintomas iniciais de clorose foliar, 3-5 dias após a aplicação, que progride para necrose. Em plantas tolerantes pode ocorrer bronzeamento (avermelhamento do limbo) das folhas (VARGAS; PEIXOTO; ROMAN, 2006).

É recomendado em pós-emergência inicial, como até seis folhas, as plantas daninhas devem apresentar vigor vegetativo, e períodos de estiagem e umidade relativa do ar inferior a 60% devem ser evitados. A adição de óleo mineral à calda é recomendada, melhorando o desempenho deste herbicida (VARGAS; PEIXOTO; ROMAN, 2006).

A seletividade do herbicida baseia-se nas diferentes rotas e taxas de metabolização entre as plantas daninhas e as culturas. O milho metaboliza rapidamente a molécula desses herbicidas em formas não tóxicas, enquanto que, as plantas daninhas não possuem essa capacidade (ROMAN *et al.*, 2005).

É indicado nas doses de 0,72 a 1,2 kg ha<sup>-1</sup> de ia, e na dose de 1,2 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial Basagran<sup>®</sup> 600 (BASAGRAN 600, 2020).

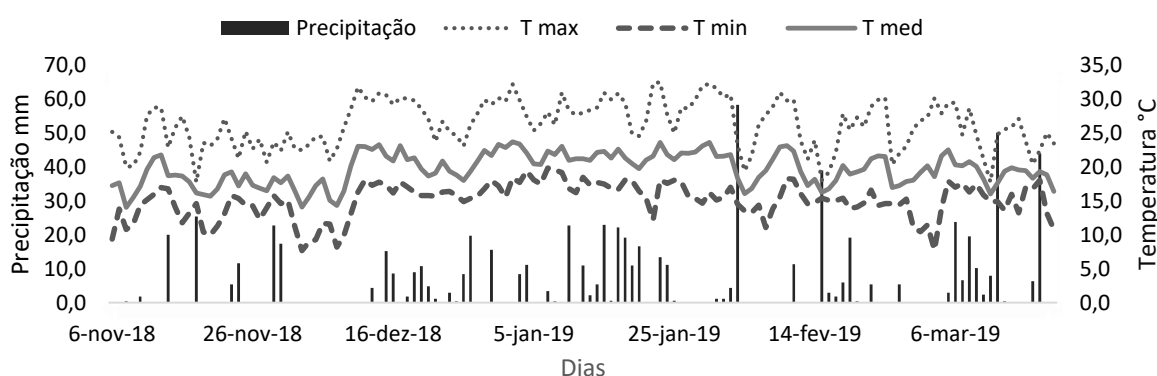
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Santa Catarina – campus Curitibanos, no período da safra 2018/2019. A área está localizada nas coordenadas geográficas 27°16'26.55" S e 50°30'14,41" W com altitude de aproximadamente 1000 metros. O solo da área do experimento é classificado como Cambissolo Háplico de textura argilosa (SANTOS *et al.*, 2013). A análise de solo demonstrou valores de 51,25% de argila, 23,75% de silte e 25% de areia. A análise química demonstrou alto nível de matéria orgânica (47,52 g/dm<sup>3</sup>), concentração dos elementos Ca (10,72 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) e Mg (5,44 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) alta, K (78,00 mg/dm<sup>3</sup>) médio, P (17,25 mg/dm<sup>3</sup>), Al (0,00) baixo, H+Al (4,96 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) alto, Soma de bases e CTC efetiva (16,36 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) alta, CTC efetiva (21,32 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>).

O clima da região é classificado, segundo Köppen-Geiger, como Cfb temperado – mesotérmico úmido e verão ameno. Temperatura média de/ 16°C, e chuvas bem distribuídas durante o ano todo, sendo a precipitação média anual em torno de 1.480 mm. Os valores de temperatura e precipitação no período de condução do experimento são apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Temperatura máxima, mínima e média, e precipitação durante a condução do experimento, Curitibanos, SC, 2018/19.



Fonte: Estação Meteorológica Área Experimental UFSC Curitibanos (CIRAM/EPAGRI); UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2018/19.

### 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido com o delineamento de blocos ao acaso (DBC), com oito tratamentos, e três repetições. Os tratamentos consistiram do cultivo solteiro de milho ou crotalária usados como testemunha para a produtividade de grãos e massa de matéria seca, respectivamente, e tratamentos com as duas culturas consorciadas sendo utilizado diferentes manejos de plantas daninhas (três diferentes herbicidas, capina e sem capina), conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento de consórcio de milho com crotalária. Curitiba, SC, 2018/19.

| Tratamento      | Cultura e implantação                | Plantas Daninhas               |
|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| C solteira      | Crotalária solteira                  | Sem controle                   |
| M solteiro s/PD | Milho solteiro                       | Capina                         |
| M solteiro c/PD | Milho solteiro sem capina            | Sem controle                   |
| M + C em V4     | Milho e crotalária (semeadura em v4) | Capina até V4                  |
| M+C s/ herb     | Consórcio (semeadura simultânea)     | Sem controle                   |
| M+C+nico        | Consórcio (semeadura simultânea)     | Pós emergência - nicossulfuron |
| M+C+s-met       | Consórcio (semeadura simultânea)     | Pré emergência - s-metolachlor |
| M+C+bent        | Consórcio (semeadura simultânea)     | Pós-emergência bentazon        |

M: MILHO; C: CROTALÁRIA; PD: PLANTAS DANINHAS

Cada parcela foi composta por uma área de 9,6 m<sup>2</sup>, (2,4 m x 4 m), onde foram semeadas três linhas de milho, sendo utilizado os dois metros centrais da linha central para as avaliações agrônomicas do milho, para as avaliações considerou-se a área útil de 1,6 m<sup>2</sup>. O espaçamento entre linhas de milho e entre linhas de crotalária é de 0,80 m.

#### 3.2.1 Aplicação dos herbicidas

Os herbicidas testados nesse trabalho são todos registrados para a cultura do milho e apresentaram resultados significativos no controle de plantas daninhas e seletividade para a cultura da crotalária, sem causar injúrias graves na leguminosa segundo trabalho de Braz *et al.* (2015).

A fonte de nicossulfuron utilizada foi o STOY 40 SC<sup>®</sup> na dose de 1,125 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial (45 g ha<sup>-1</sup> de ia). Como fonte de s-metolachlor foi utilizado o produto comercial Dual Gold 960<sup>®</sup> na dose de 1,80 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial (1,73 g ha<sup>-1</sup> de ia). A disponibilização de bentazon foi pelo produto comercial Basagran 600<sup>®</sup>, na dose de 0,90 L ha<sup>-1</sup> de produto comercial (540 g ha<sup>-1</sup> de i.a.).

A dose utilizada de s-metolachlor corresponde a dose 100% da recomendada para o milho, já a dose testada dos princípios ativos bentazon e nicossulfuron correspondem a 75% da recomendada para o milho (Tabela 2). A escolha dessas doses foi baseada no trabalho de Bráz (2016), sendo seletivas a *Crotalaria spectabilis*.

Todas as aplicações dos herbicidas foram realizadas com pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, com barra de 2,0 metros de comprimento, contendo quatro pontas de pulverização modelo XR 110015, espaçadas em 0,5 m, com pressão de trabalho de 2,5 psi e velocidade de deslocamento de 1,0 m s<sup>-1</sup>, o que proporcionou taxa de aplicação de 150 L ha<sup>-1</sup>.

Tabela 2 - Dose recomendada e dose utilizada no experimento, onde: i.a. –ingrediente ativo; p.c. – produto comercial, Curitiba, SC, 2018/2019.

| PRODUTO       |                            | DOSE RECOMENDADA            |                            | DOSE UTILIZADA             |                            |
|---------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| i.a.          | p.c.                       | i.a. (kg ha <sup>-1</sup> ) | p.c. (L ha <sup>-1</sup> ) | i.a. (g ha <sup>-1</sup> ) | p.c. (L ha <sup>-1</sup> ) |
| Nicosulfuron  | STOY 40 SC <sup>®</sup>    | 0,05 - 0,06                 | 1,25 – 1,5                 | 0,045                      | 1,125                      |
| s-metolachlor | Dual Gold 960 <sup>®</sup> | 1,44 - 1,73                 | 1,5 – 1,8                  | 1,73                       | 1,8                        |
| Bentazon      | Basagran 600 <sup>®</sup>  | 0,72                        | 1,2                        | 0,54                       | 0,9                        |

### 3.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O cultivo ocorreu em sistema de plantio direto, sendo a cultura anterior a aveia-preta (*Avena strigosa*), semeada no inverno, com o intuito de produzir palhada para o cultivo de verão. A dessecação da planta de cobertura ocorreu 20 dias antes da semeadura do milho com o herbicida glyphosate. Plantas resistentes de azevém (*Lolium multiflorum*), que não foram controladas com o glyphosate, permaneceram na área, necessitando de capina para retirada.

A partir dos resultados obtidos em análise de solo foram realizados os cálculos de adubação necessária para o cultivo do milho. O cálculo para a adubação de base e de cobertura



foi baseado nas informações contidas do Manual de Adubação e Calagem para os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (2016), afim de atingir produtividade de 10 t ha<sup>-1</sup> de milho. A adubação química ocorreu na base com o formulado N-P-K, e em cobertura, no estágio fenológico V4 do milho, utilizando uréia com fonte de nitrogênio.

O híbrido utilizado foi o Pioneer 30F53RR, que apresenta características de boa adaptabilidade e elevado potencial produtivo, sendo recomendado para o cultivo em safra e safrinha e para a finalidade de colheita de grão e silagem (PIONEER, 2018).

A semeadura do milho ocorreu de forma mecanizada com o auxílio de semeadora adubadora mecanizada, utilizando uma densidade de 65.000 plantas ha<sup>-1</sup>, no espaçamento de 0,80 metros entre linhas, seguindo a densidade recomendada para a região e época de plantio (PIONEER, 2018). A semeadura da crotalária foi realizada na entre linha concomitante a semeadura do milho e de forma manual. Para estabelecer a densidade de semeadura, utilizamos a recomendação contida no Manual Técnico de Plantas de Cobertura (CALEGARI, 2016) que é de 10 kg ha<sup>-1</sup> para *Crotalaria spectabilis* quando consorciada com o milho na entrelinha.

No mesmo dia da semeadura do milho e crotalária, foi realizada aplicação do herbicida pré-emergente s-metolachlor (tratamento M+C+s-met).

A implantação do experimento, com a semeadura do milho, semeadura da crotalária nos tratamentos M+Cs/herb, M+C+nico, M+C+s-met, e M+C+bent, e a aplicação do herbicida no tratamento M+C+s-met, ocorreu no dia 06 de novembro de 2018. A semeadura da crotalária no tratamento M+C em V4 e a aplicação dos demais herbicidas foi realizada no dia 13 de novembro de 2018.

No tratamento Msolteiro s/PD, com o objetivo de manter o milho totalmente no limpo, afim de que o milho pudesse expressar seu máximo potencial produtivo, foram realizadas capinas manuais até o fechamento da entrelinha. No tratamento M+C em V4, como o objetivo era simular uma situação onde fosse possível a aplicação de herbicidas pós-emergentes para o controle das plantas daninhas antes da semeadura da crotalária e assim ela já seria semeada no “limpo”, por isso até o estágio V4 foram realizadas capinas nesse tratamento. A capina foi a opção adotada para evitar possíveis efeitos do herbicida sobre o desenvolvimento da cultura do milho, e assim mascarar os resultados dos tratamentos testados.

No estágio fenológico V4 do milho foi realizada a adubação de cobertura (em área total – todos os tratamentos), e outros manejos não comuns aos tratamentos: no tratamento 4 (M+C em V4) ocorreu a semeadura da crotalária na entre linha do milho; nos tratamentos

M+C+nico e M+C+bent, ocorreu a aplicação dos herbicidas nicossulfuron e bentazon, respectivamente.

Vinte dias antes da colheita do milho foi realizado o corte da crotalária de forma manual para facilitar a colheita do milho. Nessa fase de corte foram coletadas as amostras para a estimativa de massa de matéria seca da crotalária, e também as avaliações de plantas daninhas.

A colheita do milho ocorreu de maneira manual, após as avaliações da espiga foi realizado a debulha mecanizada.

### 3.4 PARÂMETROS AVALIADOS

#### 3.4.1 Avaliação do milho

Foram avaliadas as variáveis altura de inserção de espiga, estande, número de espigas por planta, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, peso de 100 grãos, e produtividade. Todas as avaliações foram realizadas na área útil das parcelas.

Para altura de inserção de espiga foram aferidas 10 plantas de cada parcela no estágio de florescimento masculino. O número de espigas por planta foi contabilizado na pré colheita do milho, contando 10 plantas por parcela. O estande de plantas foi avaliado ao final do ciclo do milho, para essa avaliação foram contados o número de plantas em um metro linear.

Ao final do ciclo foi avaliada a produtividade da cultura, as espigas foram colhidas em toda área útil da parcela, retirou-se as espigas para avaliação de número de fileiras e grão por fileiras, e por fim foi realizada a debulha de todas espigas coletadas na parcela, realizou-se a pesagem, e depois de determinada a umidade, fez-se a determinação da produtividade com a correção da umidade a 14%, a produtividade foi convertida para a unidade  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Uma amostra foi coletada para quantificar a massa de grãos, onde foram contadas manualmente triplicadas de 1000 grãos por parcela, fez-se a pesagem e a correção da umidade a 14%.

#### 3.4.2 Avaliação da crotalária

Após o corte da crotalária foram coletadas amostras para determinação da massa de matéria seca. Para isso, escolheu-se aleatoriamente na área útil da parcela uma área de  $0,25 \text{ m}^2$ ,

onde foi feito o corte das plantas de crotalária delimitadas por quadrados de medida 0,5 cm x 0,5 cm. O material vegetal foi acomodado em sacos de papel, identificado, pesado e levado a estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas (LACERDA; FREITAS e SILVA, 2009). Após a secagem do material ele foi novamente pesado e os valores de massa de matéria seca convertidos para a kg de MS ha<sup>-1</sup>.

### **3.4.3 Avaliação da dinâmica de plantas daninhas**

Seguindo o mesmo princípio das avaliações de massa de matéria seca da crotalária foram feitas avaliações da massa de matéria seca de plantas daninhas, que também foram coletadas em uma área de 0,25 m<sup>2</sup>, antes da colheita do milho. Essa coleta foi feita no mesmo dia da coleta da massa de matéria seca da crotalária.

Além da análise de massa de matéria seca, foi realizado a contagem e identificação das plantas daninhas coletadas.

## **3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os dados de todas as avaliações foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância, e quando esta foi significativa, realizou-se o teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade. A transformação de dados ocorreu para reduzir o coeficiente de variação dos dados e para que diferenças significativas fossem observadas.

Para análise estatística utilizou-se o programa Sisvar.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CROTALÁRIA E PLANTAS DANINHAS

As variáveis massa de matéria seca de plantas de crotalária e massa de matéria seca de plantas daninhas apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, o mesmo ocorreu com a variável soma de massa de matéria seca de plantas daninhas e crotalária (Tabela 3).

Tabela 3 – Massa de matéria seca da crotalária, número de plantas daninhas em 1 m<sup>2</sup>, massa de matéria seca de plantas daninhas e total de massa de matéria seca - massa de matéria seca da crotalária + massa de matéria seca das plantas daninhas em área de cultivo de milho com *C. spectabilis*, Curitiba, SC, 2018/2019.

| TRATAMENTOS     | MSC* (Kg ha <sup>-1</sup> ) | NPD*     | MSPD* (Kg ha <sup>-1</sup> ) | TMS* (Kg ha <sup>-1</sup> ) |
|-----------------|-----------------------------|----------|------------------------------|-----------------------------|
| C solteira      | 6371,12 c                   | 14,00 bc | 309,22 a                     | 6680,34 d                   |
| M solteiro s/PD | -                           | 7,33 a   | 131,47 a                     | 131,47 a                    |
| M solteiro c/PD | -                           | 28,00 d  | 753,93 b                     | 753,93 abc                  |
| M+C em V4       | 292,83 ab                   | 11,33 ab | 122,97 a                     | 415,8 abc                   |
| M+C s/herb      | 704,08 ab                   | 18,00 c  | 279,13 a                     | 983,21 abc                  |
| M+C nico        | 20,62 a                     | 14,67 bc | 143,53 a                     | 164,15 ab                   |
| M+C s-met       | 1850,58 b                   | 7,33 a   | 111,60 a                     | 1962,18 c                   |
| M+C bent        | 1668,00 b                   | 8,67 ab  | 137,77 a                     | 1805,77 ab                  |
| CV %            | 37,05                       | 16,48    | 24,06                        | 28,83                       |

MSC - Massa de matéria seca da crotalária. MSPD – Massa de matéria seca de plantas daninhas. TMS – Total de massa de matéria seca: Massa de matéria seca da crotalária + massa de matéria seca das plantas daninhas. NPD – Número de plantas daninhas em 1 m<sup>2</sup>. <sup>ns</sup> não significativo segundo a análise de variância à 5% de probabilidade. \* significativo segundo a análise de variância à 5% de probabilidade. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

MSC: dados transformados por ( $\sqrt{x}$ ); MSPD: dados transformados por ( $x+0,5$ ); TMS: dados transformados por ( $\sqrt{x}$ ).

O cultivo de crotalária solteira (C solteira) resultou em maior massa de matéria seca de crotalária, com 6370 kg ha<sup>-1</sup>, diferindo-se significativamente dos demais tratamentos (Tabela 3). Esse resultado mostra que a produção de fitomassa da leguminosa foi afetada quando consorciada com o milho. Corroborando com Gitti *et al.* (2012), que observaram produtividade de massa de matéria seca da *C. spectabilis* em monocultivo de 15,90 t ha<sup>-1</sup>, enquanto que quando

semeada na entre linha do milho simultaneamente produziu 1,52 t ha<sup>-1</sup>, quando semeada no estágio V4 do milho produziu 1,42 t ha<sup>-1</sup>, quando semeada no estágio V7 produziu 1,02t ha<sup>-1</sup> e quando semeada em R4 a produção foi de apenas 0,22 t ha<sup>-1</sup>. Isso por que, a crotalária é suprimida pelo desenvolvimento do milho, que já está estabelecido e sombreia a entrelinha, ocorrendo atraso ainda maior no estabelecimento da crotalária. Além disso, a produtividade também foi reduzindo a medida que era atrasada pois, a semeadura mais tardia da crotalária faz com que seu ciclo seja mais curto, pois é regulado pelo florescimento em dias curtos, que contribui para o menor acúmulo de massa de matéria de seca. A semeadura da crotalária no estágio V4 do milho (Tabela 3) não diferiu dos demais tratamento onde a crotalária foi semeada simultaneamente ao milho para a variável acúmulo de massa de matéria seca pela crotalária, corroborando com Gitti *et al.* (2012).

A aplicação de nicosulfuron em pós-emergência do milho e da crotalária (M+C+nico) promoveu o menor acúmulo de massa de matéria seca da leguminosa (Tabela 3). Mesmo o herbicida sendo caracterizado como seletivo a *C. spectabilis* em trabalho de Braz *et al.* (2015), verificou-se que nas condições de cultivo de Curitiba este não é uma opção para a utilização em sistema de consórcios de milho e crotalária, pois causou retardo significativo no crescimento e até morte de algumas plantas.

Nogueira e Correia (2016), também relataram fitointoxicação na *C. spectabilis* quando submetida a aplicação de nicosulfuron na dose de 48 g ha<sup>1</sup>, aos 14 DAA, a fitointoxicação foi de 32,5%, aos 28 dias foi registrado 7,75% de fitointoxicação, e aos 52 DAA os autores relatam ausência total de sintomas de fitointoxicação em experimento realizado em casa de vegetação e em vasos. Esse exemplo nos mostra que nesse caso as plantas apresentaram total recuperação das injúrias causada pelo nicosulfuron. A suposição que podemos fazer nesse caso é que como a situação edafoclimática do experimento não é a ideal para o desenvolvimento da crotalária, e pela competição causada pela presença do milho, não pudemos observar o mesmo comportamento da leguminosa em reagir ao estresse causado pelo herbicida no município de Curitiba, sob condição de consorcio com o milho.

Essa hipótese pode ser confirmada, pois Nogueira e Correia (2016) relatam que a fitointoxicação inicial causada pelo nicosulfuron a crotalária, como mencionado no parágrafo anterior, não foram mais evidentes aos 52 DAA, esses autores relatam que em trabalho de campo no ano de 2019, o consórcio com o milho afetou negativamente a produtividade de massa de matéria seca da *Crotalaria spectabilis*, e que esse efeito negativo foi ampliado pelo uso de

herbicidas, que também interferiu no desenvolvimento da *Crotalaria spectabilis* e, como resultado, com acúmulo de biomassa desta espécie. Os autores justificam a interferência negativa na massa de matéria seca da crotalária pela lentidão do crescimento inicial e metabolismo fotossintético C3 da leguminosa e pela competição com o milho. Segundo os autores em condições de campo, com competição interespecíficas por água, nutrientes, luz e a ausência de controle sobre a água e os fatores climáticos, foram os responsáveis pela não recuperação da crotalária dos efeitos tóxicos dos herbicidas, mesmo que isso tenha ocorrido em experimento em casa de vegetação. Nogueira *et al.* (2019) concluíram que o milho afetou a capacidade de recuperação das plantas de *C. spectabilis* tratadas com herbicidas.

Os tratamentos com os herbicidas s-metolachlor e bentazon (M+C+s-met e M+C+bent) além de controlar as principais plantas daninhas, não causaram injúrias a *C. spectabilis*, não afetando o acúmulo de massa de matéria seca pela *C. spectabilis*, se comparada com o consórcio sem a utilização de herbicidas.

Para s-metolachlor, Braz *et al.* (2015) observaram em cultivo em casa de vegetação que o efeito de fitointoxicação sobre a *Crotalaria spectabilis* foi menor que 10% aos 28 DAE, sugerindo a seletividade deste herbicida para *C. spectabilis*. Adriano (2017) não encontrou diferença significativa para acúmulo de matéria seca quando usou s-metalochlor associado ao glifosato na dessecação no dia da semeadura. O herbicida bentazon, mesmo promovendo fitointoxicação leve nos primeiros dias após a aplicação (2 – 4% de injúrias) não ocasionou prejuízos a produtividade de massa de matéria seca e ao 52 DAA não apresentava mais nenhum sintoma de fitointoxicação. Esses resultados também foram encontrados para a *C. spectabilis* e para *C. juncea* (NOGUEIRA, CORREIA, 2016).

Aplicado aos 14, 28 e 42 dias, nas doses de 720 e 960 g i.a. ha<sup>-1</sup>, bentazon mostrou-se seletivo a *C. juncea* e *C. spectabilis*, fitointoxicações apenas ocorrem com a mistura em tanque com o herbicida nicossulfuron nas dose de 16 e 48 g i.a. ha<sup>-1</sup> (NOGUEIRA, 2015). O mesmo não foi observado por Paula (2015), onde a aplicação de bentazon na dose de 600 g i.a ha<sup>-1</sup> diferiu significativamente da testemunha (sem aplicação) para a variável massa de matéria seca de parte aérea, mesmo a variável porcentagem de fitointoxicação não sendo significativa.

Em relação as avaliações a fim de observar alterações na dinâmica da comunidade de plantas daninhas, observamos que o consórcio com o milho é capaz de alterar a densidade e acúmulo de massa de matéria seca da comunidade de plantas daninhas. As principais plantas daninhas presentes na área experimental foram caruru (*Amaranthus* spp.), leiteiro (*Euphorbia*

*heterophylla*), capim papuã (*Urochloa plantaginea*), milhã (*Digitaria horizontalis*) e picão preto (*Bidens pilosa*).

A variável número de plantas daninhas (NDP) apresentou resultados significativos. O tratamento onde o milho foi cultivado solteiro e com capina (Msolteiro s/PD), como já era esperado, apresentou a menor contagem, e diferiu dos tratamentos milho solteiro e sem capina, crotalária solteira, e milho em consórcio com crotalária sem herbicida e com nicosulfuron. O tratamento onde o milho foi cultivado solteiro e sem o manejo de plantas daninhas (Msolteiro c/PD) teve um número maior de plantas daninhas  $m^{-2}$  (28) que o tratamento com consórcio e sem manejo de plantas daninhas (M-C s/her), portanto, apenas a presença da *C. spectabilis* na entrelinha já foi suficiente para reduzir a infestação de plantas daninhas. O mesmo comportamento foi observado para a variável massa de matéria seca de planta daninhas (MSPD), onde a massa de matéria seca encontrada no tratamento M+C s/her (279,13 kg  $ha^{-1}$ ) foi 2,7 vezes menor que a massa de matéria seca encontrada no tratamento Msolteiro c/PD (753,93 kg  $ha^{-1}$ ).

Corroborando com o trabalho de Nogueira *et al.* (2019) que, testando o consórcio milho com *C. spectabilis* e o efeito de herbicidas sobre esse consórcio, observaram diferença na massa de matéria seca de plantas daninhas, quando compararam o cultivo de crotalária solteira, milho solteiro e o cultivo consorciado, nenhum desses tratamentos passou por controle químico e/ou mecânico de plantas daninhas. A massa seca das plantas daninhas, encontrada pelos autores foi de 2,1 g  $m^{-2}$ , 1,3 g  $m^{-2}$  e 1,0 g  $m^{-2}$ , respectivamente. Com esses dados podemos concluir que o sistema de consorcio é uma alternativa, que pode ser usada como controle cultural no manejo de plantas daninhas, visando menos incidência destas plantas.

Fernandes (2019) ao testar o consórcio de milho com *C. spectabilis* e *Urochloa brizantha*, com o objetivo de avaliar o controle cultural através do consórcio no município de Sorriso, Mato Grosso, concluiu que os consórcios reduziram a densidade de plantas e massa de matéria seca de *Chamaesyce hirta*, quando comparado ao milho solteiro não capinado. No entanto, não ocasionaram redução da densidade de outras plantas daninhas, o que contraria os resultados encontrados deste experimento.

Analisando a massa de matéria seca de plantas daninhas, observou-se que nos três tratamentos utilizando herbicida o controle de plantas daninhas foi satisfatório, já que, em todos os casos não houve diferença significativa na massa de matéria seca de plantas daninhas quando comparados o milho solteiro com capina (M solteiro s/PD), e houve menor acúmulo de massa

de matéria seca das plantas daninhas em relação ao milho solteiro sem capina (M solteiro c/PD) (Tabela 3). Isso nos mostra que mesmo as subdoses foram capazes de controlar satisfatoriamente as principais espécies daninhas presentes na área. O controle da comunidade infestante por meio do controle químico foi fundamental para que as invasoras não extraíam recursos e acumulem massa de matéria seca, visto que esse acúmulo uma vez estabelecido é prejudicial.

Com a variável soma de massa de matéria seca de plantas daninhas e crotalária buscamos visualizar como o material vegetal poderia estar suprimindo o desenvolvimento do milho e com isso causar menor produtividade (Tabela 3). No entanto, no tratamento M+C s/herb, responsável pela menor produtividade do milho, observamos que a massa de matéria seca de crotalária + plantas daninhas não diferiu da testemunha M solteiro s/PD, que não tinha o convívio com a crotalária, e também não estava sob interferência de plantas daninhas. A maior produtividade do tratamento M solteiro s/PD, poderia ser explicada pela distribuição das plantas daninhas, nesse tratamento, no manejo de capina, as plantas próximas a linha do milho eram arrancadas. Segundo Oliveira Jr *et al.* (2011), a proximidade das plantas invasoras em relação às linhas de semeadura aumenta a interferência da população daninha sobre a cultura.

#### 4.2 DESEMPENHO AGRONÔMICO DO MILHO

Não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados para as variáveis altura de inserção de espigas, número de espigas por planta, número de plantas por metro, e massa de 1000 grãos. Para a produtividade de grãos houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4).

Em relação a produtividade, com consórcio e sem o uso de herbicida (M+C s/herb) resultou na menor produtividade, diferindo-se estatisticamente do tratamento com milho solteiro sem plantas daninhas (M solteiro s/PD) (Tabela 4). A redução na produtividade observada entre estes tratamentos foi de 30,8%. Esse comportamento já era esperado, pois no tratamento M solteiro s/PD além de não haver competição com a leguminosa semeada na entrelinha, o milho passou o seu ciclo no limpo, podendo expressar o seu máximo potencial produtivo na ausência total de competição. O contrário ocorreu com o M+C s/herb, a produtividade do milho foi afetada, pois, nesse tratamento a gramínea sofreu competição tanto da crotalária, como das plantas daninhas, pois sem o herbicida não houve supressão do



crescimento da crotalária, e nem o controle das plantas daninhas. Os três tratamentos utilizando herbicidas, não diferiram estatisticamente entre si.

Tabela 4 - Número de plantas por metro, número de espigas por planta, altura de inserção de espigas (m), massa de 1.000 grãos (g) e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) do milho após cultivo em consórcio com crotalária e com diferentes manejos de plantas daninhas. Curitiba, SC, 2018/19.

| TRATAMENTOS     | NPM <sup>ns</sup> | NEP <sup>ns</sup> | AIE <sup>ns</sup> | MGR <sup>ns</sup> | PRD*       |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| M solteiro s/PD | 6,67              | 1,07              | 1,40              | 313,33            | 9841,00 b  |
| M solteiro c/PD | 6,33              | 1,07              | 1,37              | 291,67            | 7673,20 ab |
| M+C em V4       | 5,33              | 1,20              | 1,41              | 332,06            | 8956,20 ab |
| M+C s/herb      | 6,00              | 1,10              | 1,34              | 295,80            | 6807,80 a  |
| M+C+nico        | 5,33              | 1,16              | 1,41              | 327,16            | 9617,20 ab |
| M+C+s-met       | 6,33              | 1,13              | 1,37              | 305,40            | 8685,40 ab |
| M+C+bent        | 6,67              | 1,13              | 1,41              | 304,46            | 8984,00 ab |
| MG              | 6,09              | 1,12              | 1,38              | 309,99            | -          |
| CV %            | 19,72             | 8,28              | 2,69              | 6,81              | 11,93      |

AIE - Altura de inserção de espigas (m), NEP Número de espigas por planta NPM - Número de plantas por metro, MGR - Massa de 1.000 grãos (g); PRD - Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>). MG: média geral.

<sup>ns</sup> não significativo segundo a análise de variância à 5% de probabilidade. \* significativo segundo a análise de variância à 5% de probabilidade. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O consórcio de milho e crotalária, semeada em V4, não diferiu dos tratamentos onde se realizou a aplicação dos três herbicidas e crotalária semeada simultaneamente ao milho, e também não diferiu da testemunha Msolteiro c/PD para as variáveis altura de inserção de espigas, número de espigas por planta, número de plantas por metro e massa de 1.000 grãos. Também foi observado por Guitti *et al.* (2012), que avaliaram épocas de semeadura da crotalária em consórcio com o milho, em trabalho realizado em Selvíria (MS), os autores constataram que tanto a semeadura simultânea do milho com *C. spectabilis*, quanto a semeadura da crotalária no estágio V4 do milho não afetaram a produtividade de grãos de milho, comparativamente ao monocultivo da gramínea.

Para Garcia e Staut (2018) a produtividade do milho, semeado com 0,90 m de espaçamento, não foi afetada quando consorciado com *C. spectabilis*, na entrelinha, nas safras 2017 e 2018. O experimento foi realizado no município de Dourados MS. Os autores concluem

que o consórcio de milho com crotalária em linha intercalar é uma prática agrônômica viável e que traz benefícios para o sistema de produção, sendo que dentre as espécies testadas a *Crotalaria spectabilis* apresentou os resultados mais satisfatórios.

Garcia e Silva (2019) em experimento conduzido em Dourados (MS) com consórcio com a crotalária semeada em linha intercalar, também não encontraram prejuízos da inclusão de *C. spectabilis* ou *C. ochroleuca* na produtividade do milho em três anos de condução do experimento (estressafra dos anos de 2017, 2018 e 2019), segundo os autores, as informações trazem maior segurança para se adotar esse modelo de cultivo. Por outro lado, autores como Oliveira *et al.* (2010) encontraram resultados negativos da presença da crotalária no consórcio, sendo responsável por prejudicar a produtividade do milho em sistema de cultivo Santa Brígida (Tecnologia Embrapa de produção convencional de milho, acrescentando-se a espécie leguminosa), nos municípios de Santo Antônio de Goiás e Ipameri, ambos no estado do Goiás, nas safras 2008 e 2009, Segundo os autores tal constatação é atribuída à competição, seja por luz, água ou até mesmo por algum efeito alelopático.

A ausência de interferência negativa da presença da crotalária, quando combinada com herbicidas, sob o rendimento do milho também pode ser explicada pelo fato de que como as condições de cultivo em Curitiba não são as ideais para a crotalária, o seu desenvolvimento foi menor, logo competiu menos com o milho, por isso, não houve interferência significativa sob o rendimento de grãos.

Os herbicidas testados não interferiram na produtividade do milho, o que já era esperado pois, todos os herbicidas testados são registrados para o cultivo do milho. Os três tratamentos utilizando herbicidas, não diferiram estatisticamente entre si.

No tratamento M+C em V4, o objetivo era dar vantagem competitiva ao milho e permitir que a crotalária fosse semeada depois do manejo de plantas daninhas, com isso a interferência no rendimento de grãos seria menor. Como foi observado por Gitti *et al.* (2012) a *C. juncea*, semeada posteriormente ao milho não influenciou na produção do cereal. No entanto, esses autores não obtiveram diferença em relação a produtividade comparando os tratamentos onde a semeadura da crotalária se deu no mesmo dia da semeadura do milho ou com o milho no estágio de V4. Resultado semelhante foi encontrado por Santos *et al.* (2017), onde tanto a semeadura da crotalária simultânea quanto em V4 não interferiram nas características agrônômicas e produtividade do milho.

Nas condições de cultivo de Curitiba e utilizando os herbicidas s-metalochlor e bentazon, o consórcio de milho com crotalária é uma prática que não oferece prejuízos ao rendimento de grãos. A semeadura da crotalária na entre linha é ainda, capaz de alterar a dinâmica de plantas daninhas, alterando o número de plantas e a massa de matéria seca. A ocupação do solo, espaço, e sombreamento proporcionado pela *C. spectabilis* semeada na entrelinha são fatores responsáveis pela alteração da comunidade de espécies daninhas nos diferentes sistemas de cultivo.

## 5 CONCLUSÕES

Os herbicidas s-metolachlor e bentazon não causaram injurias a *C. spectabilis*, já o nicosulfuron não foi seletivo a *C. spectabilis* e causou fitointoxicação a leguminosa.

A população de plantas daninhas diminuiu na presença da *C. spectabilis* semeada na entrelinha do milho, tanto para número de plantas, quanto para acúmulo de biomassa.

O consórcio de milho com crotalária somado a utilização do herbicida pré-emergente s-metolachlor apresentou os melhores resultados para o controle de plantas daninhas, reduzindo o número de plantas por metro quadrado.

O rendimento de grãos de milho foi menor apenas quando adicionado a crotalária na entrelinha e na ausência de métodos de controle de plantas daninhas (sem herbicida).

A presença da *C. spectabilis* na entrelinha, associada aos herbicidas s-metolachlor, bentazon e nicosulfuron não afetou os parâmetros agronômicos do milho, tão pouco ao rendimento de grãos.

## REFERÊNCIAS

- ADRIANO, Fabrícia Costa. **Seletividade de herbicidas de pré-semeadura em espécies de crotalária**. 2017. 54 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás. Jataí.
- AGROFIT. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. 2021. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso: 14/05/2021.
- ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; DANILUSSI, M. T. Y.; LORENZETTI, J. B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: BARROSO, Arthur Arrobas Martins; MURATA, Afonso Takao (Org). **Matologia: Estudo sobre Plantas Daninhas**. 1 ed., Jaboticabal: Fábrica de Palavras, 2021, p. 106-144.
- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; DERLI, P. S. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p.25-36, jan/fev. 2001.
- BALBINOT JUNIOR, Alvadi Antonio; FLECK, Nilson Gilberto. Weed management in the corn crop through plant spatial arrangement and characteristics of genotypes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, fevereiro, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000100042>
- BARROS, José; CALADO, José. A cultura do milho. Escola de ciências e tecnologia departamento de fitotecnia. **Évora**, 2014.
- BASAGRAN 600: bentazon. BASF S.A, 2017. Bula de defensivo agrícola.
- BEGNA, Sultan H. *et al.* Weed biomass production response to plant spacing and corn (*Zea mays*) hybrids differing in canopy architecture. **Weed Technol.**, v. 15, p. 647-653, 2001.
- BORGHI, E.; COSTA, N. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P. Influência da distribuição espacial do milho e da *Brachiaria brizantha* consorciados sobre a população de plantas daninhas em sistema plantio direto na palha. **Planta Daninha**, v. 26, p. 559-568, 2008.
- BRAZ, Guilherme Braga Pereira *et al.* Selection of herbicides targeting the use in crop systems cultivated with showy. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 521-534, 2015.
- BRAZ, Guilherme Braga Pereira. **Crotalaria: herbicidas seletivos e não seletivos e reação a nematoides**. 2016. 128 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de ciências agrárias – Universidade Federal de Maringá. Maringá.

- BRAZ, Guilherme Braga Pereira *et al.* Susceptibility of different accessions of *Crotalaria juncea* to *Belonolaimus longicaudatus*. **Nematropica**, v. 46, n. 1, p. 31-37, 2016. Disponível em: <https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/88171>
- CALEGARI, Ademir. *et al.* **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: ASPTA, 1993. 346 p.
- CALEGARI, Ademir. **Plantas de cobertura – Manual Técnico**. 2 ed. WebBio Academy, 2016, 32 p.
- CARVALHO, L. B. PEREIRA, M.D.C.; BPRGES, P. E. V.; SILVA, F. J.; COSTA, F. R. **Differential Response of Corn and Soybean RR Crops to Exposure to Glyphosate and Phosphate Fertilization**. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 33, n. 4,out/dez, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000400013>
- COBUCCI, Tarcísio. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIM, Laércio (Ed.). **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: UFV, 2001. p. 583-624.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Grãos: Safra 2020/21**. v. 8, n. 3, dezembro, 2020.
- CONSTANTIN, Jamil. Métodos de manejo. In: OLIVEIRA JUNIOR, Rubem Silvério; CONSTANTIN, Jamil; INQUE, Mirian Hiroko. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. 22 ed. Curitiba: Omnipax, 2011, p. 67-78.
- COSTA, Gustavo Henrique Gravatin *et al.* Comparação do cultivo de crotalária no inverno e primavera. X Workshop Agroenergia. Centro de convenções da cana – IAC. Ribeirão Preto, SP. **Anais [...]**. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Agroenergia/CD\\_2016/Resumos/ResumoAgroenergia\\_2016\\_032.pdf](http://www.infobibos.com/Agroenergia/CD_2016/Resumos/ResumoAgroenergia_2016_032.pdf).
- COSTA, Mario Junior Natalino da; PASQUALLI, Rodrigo Marcelo; PREVEDELLO, Rafael. Efeito do teor de matéria orgânica do solo, cultura de cobertura e sistema de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 1, p. 63-70, jan./mar. 2014.
- DAN, Hugo Almeida *et al.* Controle de plantas daninhas em sistemas de cultivo consorciados. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, p. 108-118, 2012.
- DEBIASI, Henrique *et al.* Práticas culturais na entressafra da soja para o controle de *Pratylenchus brachyurus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 10, p. 1720-1728, out. 2016.

DIAS, Roque de Carvalho *et al.* Seletividade inicial de herbicidas aplicados em pós-emergência da crotalária. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 1, p. 76-83, jan/mar, 2017.

DOURADO, Márcio Carreira; SILVA, Tiago Roque Benetoli da; BOLONHEZI, Antonio César. Matéria seca e produção de grãos de *Crotalaria juncea* L. submetida à poda e adubação fosfatada. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 287-293, abr./jun. 2001.

ERASMO, E. A. L.; AZEVEDO, W. R.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, A. M.; GARCIA, S. L. R. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 22, n. 3, p. 337-342, 2004.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, novembro, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001001100005>

FERNANDES, Diego Ortega. **Controle químico e cultural de *Chamaesyce hirta* em milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria spectabilis***. 2019. 47 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal do Mato Grosso. Sinop.

FLECK, Nilson Gilberto; MACHADO, Carlos Marcírio Naumann; SOUZA, Rodrigo Saldanha. Eficiência da consorciação de culturas no controle de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 5, p. 591-598, 1984.

FONTES, José Roberto Antoniol *et al.* **Manejo integrado de plantas daninhas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 47 p. (Documento 103).

GARCIA, Rodrigo Arroyo; STAUT, Luiz Alberto. **Como inserir crotalária em sistemas de produção de grãos**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2018, 12 p. (Embrapa Agropecuária Oeste, circular Técnica 44).

GARCIA, Rodrigo Arroyo; SILVA, Cristiano Alves da. **Consórcio de milho com crotalária: alternativa para diversificar sistemas de produção**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2019. (Embrapa Agropecuária Oeste, Circular Técnica 84).

GIMENES, M. J.; PRADO, E.P.; POGETO, M. H. F. A. D.; COSTA, S. I. A. Interferência da *Brachiaria decumbens* Stapf. sobre plantas daninhas em sistemas de consórcio com o milho. **Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 215-220, 2011.

GITTI, Douglas de Castilho *et al.* Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.2, p. 156-168, 2012.

HECKLER, João Carlos; HERNANI, Luis Carlos; PITOL, Carlos. Palha. In: SALTON, Julio Cesar Salton; HERNANI, Luiz Carlos; FONTES, Clarice Zononi Fontes. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998. p.37- 49.

HEINRICHS, Reges *et al.* 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**, Campinas, v. 29, p. 71-79, 2005.

HIJANO, Neriane *et al.* Interferência: conhecer para usá-la a nosso favor. In: BARROSO, Arthur Arrobas Martins; MURATA, Afonso Takao (Org). **Matologia: Estudo sobre Plantas Daninhas**. 1 ed., Jaboticabal: Fábrica de Palavras, 2021, p. 106-144.

KARAM, Décio *et al.* EMBRAPA. **Características do Herbicida S-Metolachlor nas Culturas de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2003, 3 p. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular técnica 36). Disponível em:  
[https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/16188/1/Circ\\_36.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/16188/1/Circ_36.pdf)

LACERDA, Maria Julia Ribeiro; FREITAS, Karina Rocha; SILVA, José Waldemar. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional. **Biosci. J.** Uberlândia, MG, v. 25, n. 3, p. 185-190, 2009.

LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. M.; PEIXOTO, R. T. G.; ALMEIDA, D. L. Desempenho de crotalaria cultivada em diferentes épocas de semeadura e de corte. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 3, p. 386-391, mai/jun, 2012.

MATEUS, Gustavo Pavan; WUTKE, Elaine Bahia. Espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes. **Pesquisa & Tecnologia**. São Paulo. v. 3. n. 1. Jan-Jun. 2006.

MAULI, Márcia Maria *et al.* Variation on the amount of winter cover crops residues on weeds incidence and soil seed bank during an agricultural year. **Braz. Arch. Biol. Technol.** v. 54, n. 4, p. 683-690, july/aug, 2011.

MELHORANÇA, André Luiz.; KARAM, Décio. **Controle cultural e mecânico**. Embrapa. Disponível em:  
[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_55\\_168200511159.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_55_168200511159.html)

MONDIN, Mateus. **Estudo da evolução cariotípica do gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae – Papilionoideae) com emprego de técnicas de bandamento cromossômico e hibridação *in situ* fluorescente (FISH)**. 2003, 115 p. Tese - (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.



MONQUERO, Patrícia Andrea. *et al.* Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninha. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.

NOGUEIRA, Cassio Henrique Pereira. **Seletividade dos herbicidas bentazon e nicosulfuron para *Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis* em consórcio com a cultura do milho**. 2015. 95 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal.

NOGUEIRA, Cassio Henrique Pereira; CORREIA, Núbia Maria. Seletividade dos herbicidas bentazon e nicosulfuron para *Crotalaria juncea* em consórcio com a cultura do milho. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 34, n. 4, p. 747-757, 2016.

NOGUEIRA, Cassio Henrique Pereira *et al.* Selectivity of bentazon and nicosulfuron in *Crotalaria spectabilis* intercropped with maize culture. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 2, p. 381 - 389, abr/jun, 2019.

OLIVEIRA, Priscila *et al.* **Sistema Santa Brígida – Tecnologia Embrapa**: Consorciação de Milho com Leguminosas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010, 16 p. (Embrapa Arroz e Feijão, Circular Técnica 88).

OLIVEIRA JUNIOR, Rubem Silvério; CONSTATIN, Jamil; INOUE, Miriam Hiroko. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Ominipax, 2011, 384 p.

PAULA, Sherithon Martins de. **Efeito de herbicidas em pós-emergência em crotalárias**. 2015. 64 p. Dissertação – (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Mato Grosso Do Sul. Chapadão do Sul.

PEREIRA FILHO, Israel Alexandre (Ed). **Cultivo do milho**. 9 ed. Embrapa Milho e Sorgo. 2015. Disponível em: [https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaolf6\\_1galceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=7905&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicoId=8658](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8658). Acesso em: 05/02/2021.

PIONEER. **Catálogo de milho verão**. 2018. 36 p., 2021. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/DownloadCenter/Catalogo-Produtos-Milho-Verao-2018.pdf>. Acesso em: 20/03/2021.

RAJCAN, Irena; SWANTON, Clarence. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.71, n.2, p.139-150, 2001.

RODRIGUES, Benedito Noedi; ALMEIDA, Fernando Sousa de. **Guia de herbicidas**. 4 ed. Londrina: Ed. Autor, 1998. 648 p.

- ROGGENKAMP, Gregory; MASON, Stephen; MARTIN, Alex. Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and green foxtail (*Setaria viridis*) response to corn (*Zea mays*) hybrids. **Weed Technology**, Lawrence, v.14, n.2, p.304-311, 2000.
- ROMAN, Erivelton Scherer *et al.* **Como funcionam os herbicidas: da biologia a aplicação**. 21 ed. Passo Fundo: Berthier, 2005, 152 p.
- RUEDELL, J. **Cultura do milho**: Indicações técnicas para o Rio Grande do Sul. Cruz Alta, Fandacep: Fecotrigo, 1991, 102 p.
- SALOMÃO, Everton Carlos. **Consórcio milho – plantas de cobertura e viabilidade técnica da soja safrinha**. 2017. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos.
- SANSON 40 EC: Nicosulfuron. Isk biosciences do Brasil defensivos agrícolas LTDA, 2020. Bula de defensivo agrícola.
- SANTOS, P. A.; SILVA, A. F. D.; CARVALHO, M. A. C. D.; CAIONE, G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 2, p. 123-134, 2010.
- SANTOS, Humberto Gonçalves dos *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 353 p. 2013.
- SANTOS, Paulo Ricardo Alves dos *et al.* Características morfológicas e produtivas do milho no consórcio com forrageiras em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.11, n.7, p. 2031 - 2039, 2017.
- SEVERINO, Francisco José; CHRISTOFFOLETI, Pedro Jacob. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com adubos verdes. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 201- 204, 2001.
- SILVA, P. C. G.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B.; TIRITAN, C. S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1504-1512, nov, 2009.
- SILVA, M. S.; OLIVEIRA, G. R. F.; MERLOTI, L. F.; SÁ, M. E. Acúmulo de nutrientes e massa seca produzida por *Crotalaria juncea* cultivada no cerrado. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 11, n. 1, p. 26-36, 2017.
- SILVEIRA, Pedro Marques; RAVA, Carlos Augustin. **Utilização de crotalária no controle de nematóides da raiz do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão., 2004, 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão, Comunicado técnico 74).

SKORA NETO, Francisco. Plantas de cobertura no manejo de plantas daninhas. In: OLIVEIRA, Maurílio Fernandes; SANTOS, Alexandre Magno Brighenti dos. **Controle de plantas daninhas**: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. Embrapa. Brasília, 2018. p. 52 – 69.

TEIXEIRA, Cícero Monti; ARAÚJO, João Batista Silva; CARVALHO, Grabriel José de. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L.). **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 28, n. 3, p. 691-695, mai-jun., 2004.

TIMOSSI, P C.; WISINTAINER, C SANTOS, B. J.; PEREIRA, V. A. PORTO, V. S. Supressão de plantas daninhas e produção de sementes de crotalaria, em função de métodos de métodos de semeadura. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 525-530, out./dez, 2011.

VARGAS, L.; PEIXOTO, C. M.; ROMAN, E. S. **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 20 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 61). Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do61.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do61.htm)

WUTKE, Elaine Bahia. **Adubação verde**: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. Campinas: IAC, 1993. 37 p. (IAC. Documentos, 35).