

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS CURITIBANOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
Lucas Ogliari Scartezini

**EFEITO ALELOPÁTICO DO EXTRATO AQUOSO DE CROTALÁRIA (*Crotalaria  
spectabilis* Roth, FAMÍLIA FABACEAE) SOBRE PLANTAS DANINHAS E  
CULTIVADAS, EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**

Curitibanos  
2020

Lucas Ogliari Scartezini

**EFEITO ALELOPÁTICO DO EXTRATO AQUOSO DE CROTALÁRIA (*Crotalaria  
spectabilis* Roth, FAMÍLIA FABACEAE) SOBRE PLANTAS DANINHAS E  
CULTIVADAS, EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**

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

Curitibanos

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Scartezini, Lucas Ogliari

Efeito alelopático do extrato aquoso de crotalária  
(*Crotalaria spectabilis* roth, família Fabaceae) sobre  
plantas daninhas e cultivadas, em condições de laboratório /  
Lucas Ogliari Scartezini ; orientadora, Naiara Guerra,  
2020.

34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus  
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2020.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Alelopatia. 3. Plantas daninhas. 4.  
Diversificação. I. Guerra, Naiara. II. Universidade Federal  
de Santa Catarina. Graduação em Agronomia. III. Título.

Lucas Ogliari Scartezini

**EFEITO ALELOPÁTICO DO EXTRATO AQUOSO DE CROTALÁRIA (*Crotalaria spectabilis* Roth, FAMÍLIA FABACEAE) SOBRE PLANTAS DANINHAS E CULTIVADAS, EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**

Este Trabalho 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.

Curitiba, 18 de junho de 2020.



Documento assinado digitalmente

Elis Borcioni

Data: 18/06/2020 13:03:39-0300

CPF: 970.176.390-49

---

Profa. Dra. Elis Borcioni  
Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora:**



Documento assinado digitalmente

Naiara Guerra

Data: 18/06/2020 10:36:06-0300

CPF: 348.641.708-86

---

Profa. Dra. Naiara Guerra  
Orientador(a)  
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente

Patricia Maria Oliveira Pierre Castro

Data: 18/06/2020 10:57:00-0300

CPF: 044.986.016-70

---

Profa. Dra. Patrícia Maria Oliveira Pierre Castro  
Membro da banca examinadora  
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente

Paulo Cesar Poeta Fermino Junior

Data: 18/06/2020 11:03:45-0300

CPF: 014.349.309-47

---

Prof. Dr. Paulo Cesar Poeta Fermino Junior  
Membro da banca examinadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

## **AGRADECIMENTOS**

À toda minha família, em especial aos meus pais e meus irmãos por todo amor e incentivo demonstrados também durante esta etapa da minha vida. Foram minha motivação durante os dias mais difíceis que encontrei pelo caminho e minha maior felicidade durante os dias de conquista e alegria. Passar por toda essa experiência de estar distante do conforto do lar foi pensando em orgulhá-los do filho e irmão que criaram.

Ao meu colega de profissão e amigo André Dresch, por ter aberto as portas de sua empresa durante as safras 2017/2018 e 2018/2019. Foram dias cansativos e de muito trabalho, mas fundamentais para meu amadurecimento e definitivas para que eu escolhesse o rumo da minha atuação profissional. Serei para sempre grato pela oportunidade e pelos conhecimentos transmitidos.

Aos colegas que tive e amigos que fiz durante a faculdade, por dividirem comigo momentos de luta e estresse, mas também de felicidade e superação. Poder contar com verdadeiras amizades é um privilégio na vida de qualquer pessoa.

À minha orientadora Naiara Guerra, por todo empenho e atenção dedicada a execução deste e de outros trabalhos.

Por fim, agradeço profundamente a pessoa mais importante para mim durante esta trajetória, Riani Grimes. Estivemos sempre lado a lado e somente nós sabemos o que fomos um na vida do outro durante este período. Sou muito grato por ter convivido tão intensamente e colecionado tantos momentos. Para onde for, meus desejos serão sempre os melhores.

Muito obrigado.

## RESUMO

O número de casos de resistência de plantas daninhas a herbicidas aumenta ano após ano nas áreas destinadas a produção de grãos. A diversificação dos métodos de controle de plantas daninhas é a estratégia que mais contribui para a diminuição desta problemática, aumentando a sustentabilidade dos sistemas de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial alelopático de *Crotalaria spectabilis* sobre plantas daninhas e cultivadas, com intuito de ampliar seu uso como cobertura verde, compondo uma estratégia de diversificação. O experimento foi realizado em laboratório, em delineamento inteiramente casualizado e contou com dois tratamentos, sendo eles 'com extrato de *C. spectabilis*' e 'sem extrato de *C. spectabilis*', sobre quatro espécies de plantas daninhas, sendo elas a buva (*Conyza* spp.), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), picão-preto (*Bidens pilosa*) e corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*) e três espécies cultivadas como a soja (*Glycine max*), milho (*Zea mays*) e trigo (*Triticum aestivum*). O extrato foi obtido através da agitação de 50g de parte aérea de *C. spectabilis* triturada com 950 mL de água, chegando a concentração de 5%, passando por posterior filtração. Foram avaliados a porcentagem de germinação aos sete e 14 dias após semeadura (DAS) e o comprimento de plântulas aos 21 DAS. As culturas, além de não terem sua porcentagem de germinação afetada pelo extrato, apresentaram maior comprimento de plântulas. O leiteiro e a corda-de-viola não sofreram alteração na porcentagem de germinação e responderam de maneira distinta à presença do extrato em relação ao comprimento, apresentando menor e maior crescimento, respectivamente. Tanto a porcentagem de germinação quanto o comprimento de plântulas de picão-preto foram menores quando em contato com o extrato. A buva teve sua germinação incrementada pelo extrato, enquanto o comprimento de plântulas não pôde ser determinado pelo reduzido tamanho das plântulas aos 21 DAS, impossibilitando medições precisas. O uso de *C. spectabilis* como planta de cobertura pode auxiliar no controle de algumas espécies de plantas daninhas. Salienta-se que sua eficiência é variável, pois os compostos alelopáticos são resultado do metabolismo secundário das plantas e este é muito influenciado pelo ambiente, explicando os resultados controversos encontrados na literatura.

**Palavras-chave:** Resistência. Métodos de controle. Diversificação. Alelopatia.

## ABSTRACT

The number of cases of weed resistance to herbicides increases year after year in fields intended for grain production. The diversification of weed control methods is a strategy that most contributes to reduce this problem, increasing the sustainability of production systems. The objective of this work was to evaluate the allelopathic effect of *Crotalaria spectabilis* on weeds and crop plants, with the aim of expanding its use as a green cover, composing a diversification strategy. The experiment was conducted in a laboratory, in a completely randomized design and had two treatments, being 'with *C. spectabilis* extract' and 'without *C. spectabilis* extract', on four weed species including hairy fleabane (*Conyza spp.*), mexican fireplant (*Euphorbia heterophylla*), blackjack (*Bidens pilosa*) and little bell (*Ipomoea grandifolia*) and three crop species, including soy (*Glycine max*), corn (*Zea mays*) and wheat (*Triticum aestivum*). The extract was obtained by shaking 50g of aerial part of *C. spectabilis* ground with 950mL of water, reaching a concentration of 5% and then filtering. The evaluations were the germination percentage at seven and 14 days after sowing (DAS) and the seedling length at 21 DAS. The crops, beyond not having their germination percentage reduced by the extract, had a longer seedling length. The mexican fireplant and the little bell did not suffered changes in the germination percentage and responded differently to the presence of the extract in relation to the seedling length, presenting less and greater growth, respectively. Both the percentage of germination and the seedling length of blackjack were lower when in contact with the extract. Hairy fleabane had its germination increased by the extract, while the seedling length could not be determined by the small size of the seedlings at 21 DAS, making it difficult to make precise measurements. The use of *C. spectabilis* as a cover plant can help to control some of the weed species. It should be noted that the efficiency of control is variable, since allelopathic compounds are the result of secondary metabolism in plants and it is highly influenced by the environment, explaining the controversial results found in the literature.

**Keywords:** Resistance. Methods of control. Diversification. Allelopathy.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Materiais e equipamentos utilizados para obtenção do extrato e germinação das sementes. (A) Moinho de facas; (B) Solução em agitador mecânico; (C) Filtragem por bomba de vácuo; (D) Placas acondicionadas em BOD. ....20
- Figura 2.** Comparação entre plântulas de milho representativas de cada tratamento, sendo 'A' sem extrato e 'B' com extrato de *Crotalaria spectabilis*.....23
- Figura 3.** Comparação entre plântulas de trigo representativas de cada tratamento, sendo 'A' sem extrato e 'B' com extrato de *Crotalaria spectabilis*.....23
- Figura 4.** Comparação entre plântulas de soja representativas de cada tratamento, sendo 'A' sem extrato e 'B' com extrato de *Crotalaria spectabilis*.....24
- Figura 5.** Comparação do número de sementes de buva germinadas entre gerbox representativos de cada tratamento, sendo 'A' sem extrato e 'B' com extrato de *Crotalaria spectabilis*.....25
- Figura 6.** Comparação entre plântulas de *corda-de-viola* representativas de cada tratamento, sendo 'A' sem extrato e 'B' com extrato de *Crotalaria spectabilis*..... 27
- Figura 7.** Comparação entre plântulas de picão-preto representativas de cada tratamento, sendo 'A' sem extrato e 'B' com extrato de *Crotalaria spectabilis*.....28



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Porcentagem de germinação e comprimento de plântulas de trigo após serem submetidas a embebição com e sem extrato de <i>Crotalaria spectabilis</i> . Curitiba, SC, 2019. ....	21
<b>Tabela 2.</b> Porcentagem de germinação e comprimento de plântulas de soja após serem submetidas a embebição com e sem extrato de <i>Crotalaria spectabilis</i> . Curitiba, SC, 2019. ....	22
<b>Tabela 3.</b> Porcentagem de germinação e comprimento de plântulas de milho após serem submetidas a embebição com e sem extrato de <i>Crotalaria spectabilis</i> . Curitiba, SC, 2019. ....	22
<b>Tabela 4.</b> Número de plântulas de buva germinadas após serem submetidas a embebição com extrato de <i>Crotalaria spectabilis</i> . Curitiba, SC, 2019. ....	25
<b>Tabela 5.</b> Porcentagem de germinação e comprimento de plântulas de leiteiro após serem submetidas a embebição com extrato de <i>Crotalaria spectabilis</i> . Curitiba, SC, 2019. ....	26
<b>Tabela 6.</b> Porcentagem de germinação e comprimento de plântulas de corda-de-viola após serem submetidas a embebição com extrato de <i>Crotalaria spectabilis</i> . Curitiba, SC, 2019. ....	26
<b>Tabela 7.</b> Porcentagem de germinação de plântulas de picão-preto após serem submetidas a embebição com extrato de <i>Crotalaria spectabilis</i> . Curitiba, SC, 2019. ....	27

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1	JUSTIFICATIVA.....	12
1.2	OBJETIVOS.....	13
1.2.1	<b>Objetivo Geral</b> .....	13
1.2.1	<b>Objetivos Específicos</b> .....	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
2.1	INTERFERÊNCIA POR PLANTAS DANINHAS.....	14
2.2	MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS .....	15
2.2.1	Controle cultural .....	15
2.3	ALELOPATIA NA ADUBAÇÃO VERDE .....	16
2.4	<i>Crotalaria spectabilis</i> Roth .....	18
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	21
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	30
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

Dentro dos ecossistemas agrícolas, a distribuição e a população das plantas daninhas são resultado dos métodos de controle utilizados na mesma área ao longo dos anos (VOLL *et al.*, 2005). O uso exclusivo de herbicidas faz com que biótipos sejam selecionados, deixando cada vez mais ineficiente e inviável o seu controle com este método (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 1994). Pode-se destacar casos no Brasil como o do capim-amargoso (*Digitaria insularis*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), picão-preto (*Bidens pilosa*), e principalmente o da buva (*Conyza* spp.), e mais recentemente, o do leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e do caruru (*Amaranthus hybridus*) (WEEDSCIENCE, 2020), que aumentam suas populações em áreas cultivadas com o passar dos anos por não serem apropriadamente controladas. Reduzem a produtividade das lavouras e necessitam de maior investimento para conter seus fluxos de emergência, levando em alguns casos a inviabilização do cultivo da espécie de interesse comercial nesta área. O rápido aumento das populações de plantas daninhas em determinada área está relacionado às suas características de agressividade, dentre elas a alta produção de sementes, como o caso da *Conyza* spp. que varia de 110 a 200 mil sementes por planta por ciclo, a depender da espécie (WU; WALKER, 2006 *apud* LAMEGO; VIDAL, 2008) e do capim-amargoso, variando de seis a 50 mil sementes por planta por ciclo (LACERDA, 2003).

O manejo integrado de plantas daninhas é a forma técnica mais adequada de controlá-las, tanto ambientalmente, como financeiramente, visto que contribuem para a sustentabilidade dos sistemas de produção, reduzindo o uso de herbicidas e conseqüentemente, o custo com estes e o risco de contaminação ambiental (GOMES; CHRISTOFFOLETI, 2008).

Neste contexto, a adubação verde é uma prática em que se mantém o solo ocupado, dificultando a instalação de plantas daninhas na área por afetar sua germinação, crescimento e desenvolvimento, através da competição por água, luz, nutrientes e espaço. Além disto, a adubação verde deixa uma cobertura morta sobre o solo, sendo seu efeito físico impeditivo a novos fluxos de germinação (OLIVEIRA JR.; CONSTANTIN; INOUE, 2011), principalmente para espécies fotoblásticas positivas e que possuem pouca reserva em suas sementes. Com a decomposição

desta cobertura morta e lixiviação pela água da chuva ao longo do tempo, há a liberação de compostos alelopáticos provenientes de seu metabolismo secundário (OLIVEIRA JR.; CONSTANTIN; INOUE, 2011). Estes, também conhecidos como aleloquímicos, são compostos capazes de prejudicar ou beneficiar o crescimento e desenvolvimento de alguns organismos, incluindo outras plantas (FERREIRA; AQUILA, 2000), sejam elas daninhas ou cultivadas, e por isto a importância de avaliar seus efeitos nestas duas classificações de plantas.

Em relação as plantas daninhas, deseja-se que os aleloquímicos apresentem efeito supressivo, retardando seu desenvolvimento, ao passo que para as culturas de interesse comercial deseja-se que o efeito seja inexistente ou benéfico, para que aumentem ou pelo menos não comprometam o potencial produtivo das mesmas.

Sabe-se que a espécie *Crotalaria juncea* possui características desejáveis em plantas de cobertura, como alta capacidade de produção de fitomassa, alelopatia e fixação de nitrogênio (AQUINO; ASSIS, 2005). Entretanto, poucos são os estudos com a espécie *C. spectabilis*. Supõe-se que esta espécie apresente efeito alelopático sobre as plantas daninhas mais problemáticas em lavouras comerciais de grãos, sendo mais uma opção no manejo integrado destas, visando a sustentabilidade dos sistemas de produção.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A queda da eficiência do controle químico em plantas daninhas, bem como a necessidade de se fazer agricultura com menor impacto ambiental, demandam estudos que visam ampliar as ferramentas utilizadas para seu controle, com objetivo de constituírem um arsenal de métodos de controle, eficientes e sustentáveis, diminuindo assim a pressão de seleção de biótipos resistentes a determinados herbicidas, justamente pela diversificação dos métodos empregados. É pela falta de diversificação que ano após ano o número de espécies resistentes a herbicidas aumenta, principalmente ao glifosato, devido ao advento da tecnologia Roundup Ready® que possibilitou o seu uso na pós-emergência da cultura da soja e do milho, além de seu uso na dessecação pré-plantio.

A coleta de informações sobre o potencial alelopático da *Crotalaria spectabilis* faz-se necessária para que sua viabilidade dentro de manejos integrados seja discutida, visto que poucos estudos foram feitos com esta espécie neste sentido.

Espera-se que o extrato de *C. spectabilis* apresente boa capacidade de controle de plantas daninhas e efeito benéfico para as culturas, para que junto às suas outras atribuições como controle de nematóides, fixação de nitrogênio no solo, reciclagem de nutrientes e controle da erosão, seja uma ferramenta mais discutida e utilizada com finalidade de melhoria dos sistemas de produção.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Verificar o potencial de supressão da *C. spectabilis* sobre buva (*Conyza* spp.), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), picão-preto (*Bidens pilosa*), corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*) e seus efeitos em plantas cultivadas como a soja (*Glycine max*), milho (*Zea mays*) e trigo (*Triticum aestivum*).

### 1.2.1 Objetivos Específicos

Determinar o efeito alelopático do extrato de *C. spectabilis* na porcentagem de germinação de sementes de buva (*Conyza* spp.), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), picão-preto (*Bidens pilosa*), corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*), soja (*Glycine max*), milho (*Zea mays*) e trigo (*Triticum aestivum*).

Avaliar a capacidade do extrato de *C. spectabilis* inibir ou estimular o crescimento de plântulas de buva (*Conyza* spp.), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), picão-preto (*Bidens pilosa*), corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*), soja (*Glycine max*), milho (*Zea mays*) e trigo (*Triticum aestivum*).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 INTERFERÊNCIA POR PLANTAS DANINHAS

As plantas daninhas interferem no crescimento e desenvolvimento da cultura de interesse comercial através da competição e liberação de compostos alelopáticos. Também podem ser hospedeiras de pragas e doenças que acometem a cultura. A competição é a mais importante forma de interferência por reduzir a quantidade de recursos disponíveis a espécie de interesse, principalmente luz, água, nutrientes e espaço (RIZZARDI *et al.*, 2001). Galon *et al.* (2012) constataram reduções da concentração de macronutrientes presentes em folhas de cana-de-açúcar e consequente redução na produtividade conforme se aumenta a densidade (número m<sup>-2</sup>) de plantas daninhas na área.

O grau de interferência das plantas daninhas sobre as plantas cultivadas varia de acordo com fatores relacionados a cultura, a comunidade infestante, ao ambiente e ao período de convivência. Culturas com crescimento inicial mais rápido e portes que propiciem alta interceptação luminosa retardam o crescimento das daninhas. As espécies de plantas daninhas presentes na área, a densidade em que ocorrem e a distribuição da comunidade infestante são fatores que afetam o grau de interferência bem como o seu controle, visto os casos de tolerância e resistência a herbicidas. O período de convivência entre a cultura e as daninhas é um dos principais fatores que afetam o grau de interferência. De modo geral, quanto mais cedo no desenvolvimento da cultura as plantas daninhas infestarem a área, maior é o grau de interferência. Isto deve-se a baixa capacidade de competição da cultura nos primeiros estádios, que ainda não possui um crescimento aéreo e radicular efetivo, cabendo manejos de controle principalmente nestes períodos. Após a cultura se estabelecer, as plantas daninhas têm menor capacidade de competir por recursos do meio (PITELLI, 1987).

Os conceitos de Período Anterior a Interferência (PAI), Período Crítico para Prevenção a Interferência (PCPI) e Período Total de Prevenção a Interferência (PTPI) baseiam-se no período de convivência e são muito utilizadas na prática. Possibilitam identificar o melhor período para começar e encerrar o controle das daninhas, reduzindo seus impactos na produtividade bem como gastos excessivos com controles desnecessários (PITELLI, 1985).

## 2.2 MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

O controle de plantas daninhas pode ser realizado por métodos físicos, mecânicos, químicos e culturais.

Dentro do controle físico destacam-se a solarização, mais utilizado em cultivos orgânicos, uso do fogo e o manejo da água (alagamento e drenagem), importante para áreas de arroz irrigado (JUNIOR; MACHADO; VELINI, 1995).

O revolvimento do solo e a capina manual são exemplos de controles mecânicos mais utilizados, sendo empregados em cultivos convencionais e áreas pequenas, respectivamente. Com a adoção do plantio direto, a prática de revolvimento do solo foi reduzida, prevalecendo somente em cultivos de algumas hortaliças como batata, cenoura e alho.

O uso de herbicidas constitui a medida química, que é a mais utilizada pelo seu alto rendimento operacional e alta eficiência sobre a maior parte das espécies de plantas daninhas. Contudo apresenta alguns inconvenientes, como o risco de contaminação ambiental e do aplicador, intoxicação a cultura e a seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes a este método de controle.

Dentro do controle cultural inclui-se diversas medidas, sendo o seu conjunto responsável por reduzir a necessidade de outros métodos de controle (OLIVEIRA JR.; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

### 2.2.1 Controle cultural

As medidas culturais são práticas de manejo que objetivam dar condições ideais a cultura para que esta obtenha vantagem competitiva sobre as daninhas, reduzindo sua infestação e poder de competição (AGOSTINETTO *et al.*, 2015). São diversas medidas, podendo-se destacar a escolha da cultivar, espaçamento entre linhas, densidade, época e profundidade de semeadura, uso de sementes de alto vigor e tratadas industrialmente, entre outras, que permitam que a cultura germine, permaneça sadia e tenha um rápido desenvolvimento radicular e fechamento das entrelinhas, impedindo a germinação de espécies fotoblásticas positivas e limitando recursos às daninhas que venham a germinar.

A rotação de culturas altera as espécies de daninhas predominantes na área, facilitando o controle químico, por permitir o uso de diferentes ingredientes ativos (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2003) e diminuir a pressão de seleção em determinada espécie, como é o caso da buva em soja.

A presença de cobertura morta sobre o solo atua como uma camada física que limita a germinação e emergência de daninhas nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura, quando sua área foliar é insuficiente para sombrear daninhas já emergidas (OLIVEIRA JR.; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

A adubação verde, além de ser um método de controle de daninhas por manter o solo ocupado e pela capacidade de liberação de compostos alelopáticos, possui benefícios ao sistema por reduzir a erosão e perda de nutrientes, capacidade de formar uma boa cobertura morta, reciclar e fornecer nutrientes a culturas sucessoras. Podem ser usadas em áreas de pousio e em consórcio com a cultura, devendo atentar-se a espécies que liberem compostos alelopáticos capazes de causar danos a cultura de interesse (OLIVEIRA JR.; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

### 2.3 ALELOPATIA NA ADUBAÇÃO VERDE

A alelopatia é a capacidade de uma planta ou microrganismo produzir e liberar substâncias denominadas aleloquímicos no ambiente, beneficiando ou prejudicando o desenvolvimento de outros seres vivos, sendo provenientes do metabolismo secundário destes organismos (FERREIRA; AQUILA, 2000).

O metabolismo secundário das plantas é o conjunto de reações responsável pela formação de compostos que, diferentemente do metabolismo primário, não controlam diretamente o crescimento e desenvolvimento vegetal, mas que tem grande importância na manutenção e perpetuação das espécies (GARCÍA; CARRIL, 2009), visto que são respostas às condições ambientais em que se encontram (GOBBONETTO; LOPES, 2007) e portanto importante fonte de resiliência.

Os aleloquímicos proporcionam vantagens competitivas às plantas que os liberam, seja por afetar o poder de competição de outras plantas, como prejudicando a capacidade de germinação, o crescimento aéreo e radicular ou seja por reduzirem o ataque de patógenos, repelirem pragas (FERREIRA; AQUILA, 2000), atraírem polinizadores e facilitarem a colonização de microrganismos simbióticos (VIZZOTO *et*



*al.*, 2010). Não há órgãos específicos responsáveis por sua produção, sendo todos órgãos das plantas capazes de sintetizá-los, tais como folhas, caule, flores, frutos, raízes e rizomas (FERREIRA; AQUILA, 2000). A atuação dos aleloquímicos nas espécies receptoras pode se dar de diversas formas, como modificando a concentração e o balanço hormonal, a síntese de proteínas, a absorção de nutrientes, a abertura estomática, a permeabilidade de membrana, e até mesmo a fotossíntese, por eventuais alterações na clorofila e assimilação de CO<sub>2</sub> (REZENDE *et al.*, 2003). Os efeitos visíveis nas plantas receptoras são fruto de diversas interações ocorridas previamente a nível celular e molecular (COMIOTTO, 2006).

A ação das substâncias alelopáticas podem ser classificadas de duas formas. Quando o organismo doador e o receptor destas substâncias são da mesma espécie (relação intraespecífica), a ação é denominada autotóxica, ao passo que para a relação interespecífica, denomina-se a ação de heterotóxica (MILLER, 1996).

A liberação destas substâncias no ambiente pode ser por exsudação radicular, volatilização, lixiviação e decomposição da palhada (GLIESSMAN, 2000). Estes dois últimos são influenciados pela precipitação. Tendo origem natural, são pouco danosos e facilmente degradados no ambiente, sendo uma alternativa ao uso de produtos químicos com maior potencial de contaminação do ambiente e mais caros, levando a sistemas de produção mais sustentáveis (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2018).

O efeito alelopático não é seletivo, necessitando estudos para que avaliem os efeitos negativos nas culturas de interesse, evitando o uso de espécies que possam prejudicar o crescimento e desenvolvimento destas e conseqüentemente reduzir seu potencial produtivo (ARAÚJO *et al.*, 2011).

Algumas espécies utilizadas como plantas de cobertura têm potencial conhecido de controlar outras plantas indesejáveis devido ao seu potencial alelopático, dentre elas o azevém (MORAES *et al.*, 2009), o guandu comum, a mucuna-rajada e a mucuna-preta (TEIXEIRA; ARAÚJO; CARVALHO, 2004). Sabe-se que a espécie *C. juncea* apresenta efeito alelopático maléfico sobre algumas culturas, devido a presença do alcaloide pirrolizidina (RICKLEFS, 1996) como no desenvolvimento inicial de trigo e cevada (MORAIS *et al.*, 2018), feijão e milho (ARAÚJO *et al.*, 2011) e sobre algumas plantas daninhas como corda-de-viola (ARAÚJO *et al.*, 2010), picão-preto (LISBOA; DIDONET, 2009), leiteiro e capim-

carrapicho (LISBOA, 2009). Entretanto, poucos são os estudos com a espécie *C. spectabilis*, sendo seu potencial alelopático ainda pouco conhecido, tanto em daninhas quanto em culturas.

#### 2.4 *Crotalaria spectabilis* Roth

A *C. spectabilis* é uma planta arbustiva pertencente à família Fabaceae. É nativa e encontra-se distribuída por todo o território brasileiro, porém não é endêmica do Brasil (FLORES, 2015). Possui porte ereto, crescimento determinado chegando a 1,5 metro de altura, produção de 4 a 6 toneladas de MS ha<sup>-1</sup> e leva de 90 a 100 dias para atingir o florescimento (LUZ *et al.*, 2005), a depender do ambiente.

A utilização desta espécie em áreas agrícolas visa a melhoria das condições de solo através de suas características de fixação de nitrogênio, ciclagem de nutrientes, controle de nematoides, fornecimento de boa palhada ao plantio direto, aumento do teor de matéria orgânica (SILVEIRA; RAVA, 2004), redução da erosão e descompactação dos solos (CARLOS, 2009).

Sua ingestão por aves (ALLEN; CHILDS; CRAVENS, 1960), suínos (SOUZA; HATAYDE; BECHARA, 1997), ruminantes e equinos (LUCENA *et al.*, 2010) e outros animais deve ser evitada devido à presença de alcaloides pirrolizidínicos, composto tóxico presente em espécies do gênero *Crotalaria* e outras plantas (BULL; CULVENOR; DICK, 1968). Ainda, Souza, Hatayde e Bechara (1997) ressaltam que áreas destinadas a produção de soja e milho onde se cultiva a *C. spectabilis*, seja em consórcio ou não, podem apresentar quantidades significativas de sementes de *C. spectabilis* em meio aos grãos colhidos, formulando rações possivelmente tóxicas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

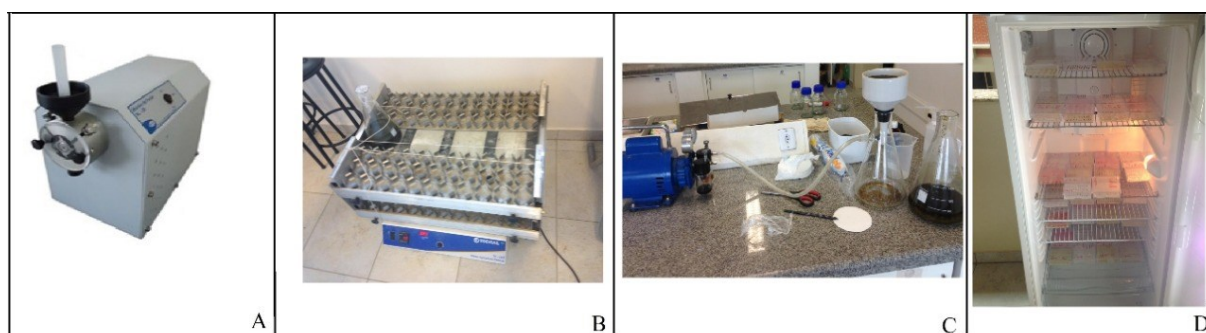
O experimento foi realizado em laboratório, nas dependências da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Campus Curitibanos localizada na Rodovia Ulysses Gaboardi, km 3, Curitibanos – SC. Avaliou-se o efeito alelopático do extrato aquoso de *C. spectabilis* sobre a porcentagem de germinação de sete espécies receptoras. Quatro delas consideradas daninhas, como a buva (*Conyza* spp.), o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), a corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*) e o picão-preto (*Bidens pilosa*) e três delas cultivadas, como o milho (*Zea mays*), a soja (*Glycine max*) e o trigo (*Triticum aestivum*). O híbrido e as cultivares utilizadas foram DKB 230, veloz e sossego, respectivamente. O delineamento usado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), avaliando-se dois tratamentos: a presença e ausência de extrato de *C. spectabilis*, sobre as sete espécies receptoras, com quatro repetições.

O extrato foi feito através da mistura de 50 g de parte aérea triturada, contendo folhas, caule e flores, em 950 mL de água destilada, para que a concentração final do extrato aquoso fosse de 5%. As plantas de Crotalária utilizadas foram cultivadas na Fazenda Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Campus Curitibanos e coletadas no início do estágio de florescimento, no período matutino. Para serem trituradas com maior eficiência pelo moinho de facas, as plantas passaram previamente por um processo de secagem ao ar em ambiente sombreado durante três dias. Feita a mistura em um erlenmeyer, este foi submetido a um agitador mecânico por 24 horas a 80 rpm. Posteriormente, a mistura passou por filtração para a obtenção do extrato isento de partículas do material vegetal.

Foram utilizadas 2 folhas de papel germitest por gerbox, conforme a Regra de Análise de Sementes (RAS). As 112 folhas de papel germitest, necessárias para os 56 gerbox, foram pesadas e umedecidas com um volume três vezes maior que o seu peso de extrato ou água destilada (dependendo do tratamento). Após este primeiro umedecimento, o extrato de *C. spectabilis* restante foi acondicionado em frasco de vidro âmbar revestido com papel alumínio para evitar a fotodegradação dos compostos e armazenado na geladeira. Quando houve necessidade de adicionar mais extrato ou mais água aos gerbox, que secavam com o passar dos dias, tomou-se o cuidado de adicionar a mesma quantidade para cada um dos gerbox, através da

utilização de seringas. Em cada gerbox a quantidade utilizada foi de 25 sementes para os tratamentos com as plantas cultivadas e 50 sementes para os tratamentos com plantas daninhas, devido as suas diferenças de tamanho. A única exceção foi para a buva em que a quantidade de sementes utilizada por gerbox foi definida por volume (5 mL), pela difícil separação e contagem de suas sementes. Em seguida, os gerbox foram acondicionados ao acaso em câmara de germinação do tipo BOD a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas. Os principais equipamentos utilizados no procedimento para a obtenção do extrato e condução do experimento são ilustrados pela Figura 1.

**Figura 1.** Materiais e equipamentos utilizados para obtenção do extrato e germinação das sementes. (A) Moinho de facas; (B) Solução em agitador mecânico; (C) Filtragem por bomba de vácuo; (D) Placas acondicionadas em BOD.



Foram avaliadas a porcentagem de sementes germinadas aos sete e aos 14 dias após a semeadura (DAS) e o comprimento de plântula, medido da extremidade apical à extremidade da raiz, aos 21 DAS, com auxílio de uma régua. As sementes foram consideradas germinadas a partir do momento em que a radícula se fez visível. Novamente, a buva foi exceção para ambas as avaliações. Como o número de sementes era desconhecido, a avaliação de germinação se deu pela simples contagem do número de sementes germinadas. As medidas de comprimento de plântula foram impossibilitadas pelo reduzido tamanho das plântulas de buva no dia da avaliação. Os dados coletados foram submetidos a análise de variância e caso constatado diferença entre os tratamentos, submeteu-se ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa utilizado para a análise estatística foi o SISVAR.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação às plantas cultivadas, o tratamento com extrato de *C. spectabilis* não afetou a germinação das sementes de maneira significativa. Por outro lado, o comprimento de plântulas aumentou significativamente para as culturas do milho e do trigo (Tabelas 1 e 3 e Figuras 2 e 3). No caso da soja, o comprimento de plântulas não se diferenciou estatisticamente (Tabela 2 e Figura 4). Notadamente na cultura do milho, o comprimento de plântulas do tratamento com extrato de *C. spectabilis* foi 2,7 vezes maior em comparação com as plântulas do tratamento sem extrato.

Através de uma boa germinação e rápido estabelecimento, o desenvolvimento da cultura ao longo de seu ciclo é beneficiado em diversos aspectos, resultando em plantas mais produtivas que trarão maior retorno econômico aos agricultores.

**Tabela 1.** Porcentagem de germinação e comprimento de plântulas de trigo após serem submetidas a embebição com e sem extrato de *Crotalaria spectabilis*. Curitiba, SC, 2019.

Avaliações	Trigo		CV (%)
	Testemunha	Com extrato	
Germinação 7 DAS	88,00 a	77,00 a	9,02
Germinação 14 DAS	89,00 a	79,00 a	8,58
Comprimento de plântulas (cm)	14,30 b	19,65 a	17,35

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação.

**Tabela 2.** Porcentagem de germinação e comprimento de plântulas de soja após serem submetidas a embebição com e sem extrato de *Crotalaria spectabilis*. Curitiba, SC, 2019.

Avaliações	Soja		CV (%)
	Testemunha	Com extrato	
Germinação 7 DAS	100,00	100,00	-
Germinação 14 DAS	100,00	100,00	-
Comprimento de plântulas (cm)	15,42 a	18,55 a	15,94

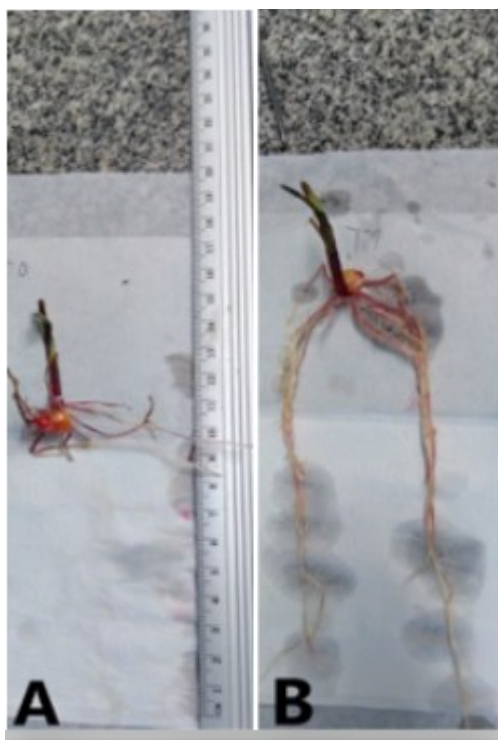
Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação.

**Tabela 3.** Porcentagem de germinação e comprimento de plântulas de milho após serem submetidas a embebição com e sem extrato de *Crotalaria spectabilis*. Curitiba, SC, 2019.

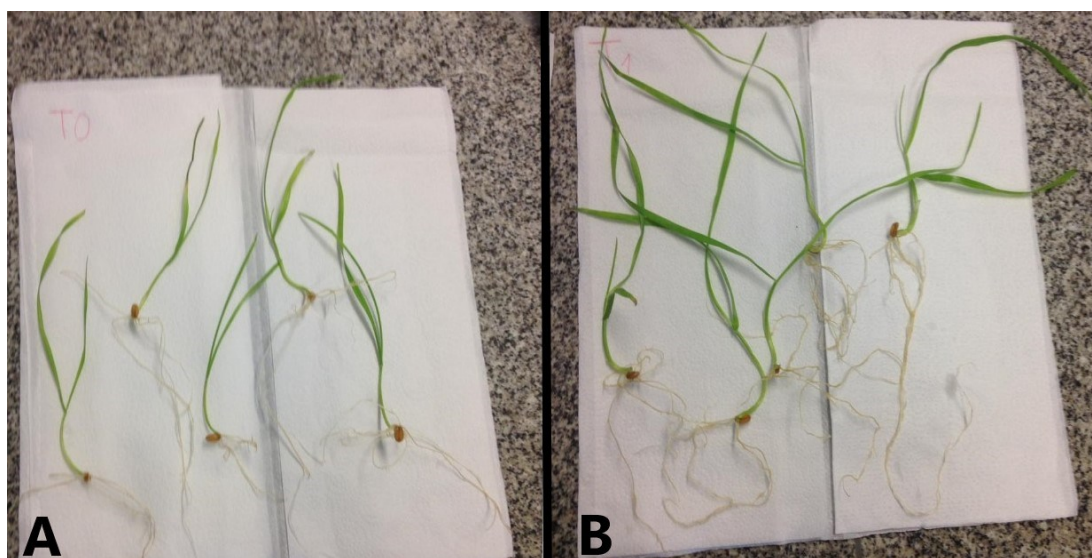
Avaliações	Milho		CV (%)
	Testemunha	Com extrato	
Germinação 7 DAS	100,00 a	99,00 a	1,42
Germinação 14 DAS	100,00 a	99,00 a	1,42
Comprimento de plântulas (mm)	12,60 b	34,92 a	6,52

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação.

**Figura 2.** Comparação entre plântulas de milho representativas de cada tratamento, sendo 'A' sem extrato e 'B' com extrato de *Crotalaria spectabilis*.



**Figura 3.** Comparação entre plântulas de trigo representativas de cada tratamento, sendo 'A' sem extrato e 'B' com extrato de *Crotalaria spectabilis*.



**Figura 4.** Comparação entre plântulas de soja representativas de cada tratamento, sendo 'A' sem extrato e 'B' com extrato de *Crotalaria spectabilis*.



Em relação às plantas daninhas, o tratamento com extrato de *C. spectabilis* aumentou significativamente o número de sementes germinadas da buva (Tabela 4 e Figura 5), tanto aos sete quanto aos 14 dias após semeadura, sugerindo um efeito benéfico (não desejado) dos compostos alelopáticos sobre a buva. Entretanto, sabe-se que a buva é uma planta fotoblástica positiva, sendo a cobertura vegetal formada pela *C. spectabilis* capaz de reduzir sua germinação. Estudos realizados por Bhowmik & Bekech (1993) sugerem que quantidades de palha maiores que  $6 \text{ t ha}^{-1}$  atrasam em quatro semanas a germinação da buva e reduzem a germinação em mais de 80%. Em experimento realizado por Perin (2004), a *C. spectabilis* forneceu  $9,34 \text{ t ha}^{-1}$  de massa seca para formação de palhada sobre o solo, tendo, em teoria, capacidade de suprimir a germinação e desenvolvimento de buva. Salienta-se, porém, que a palhada de *C. spectabilis* possui baixa relação C:N e é rapidamente decomposta pelos microrganismos. O consórcio com gramíneas pode ser uma saída, pois aumenta a relação C:N e faz com que a palhada perdure por mais tempo sobre o solo.

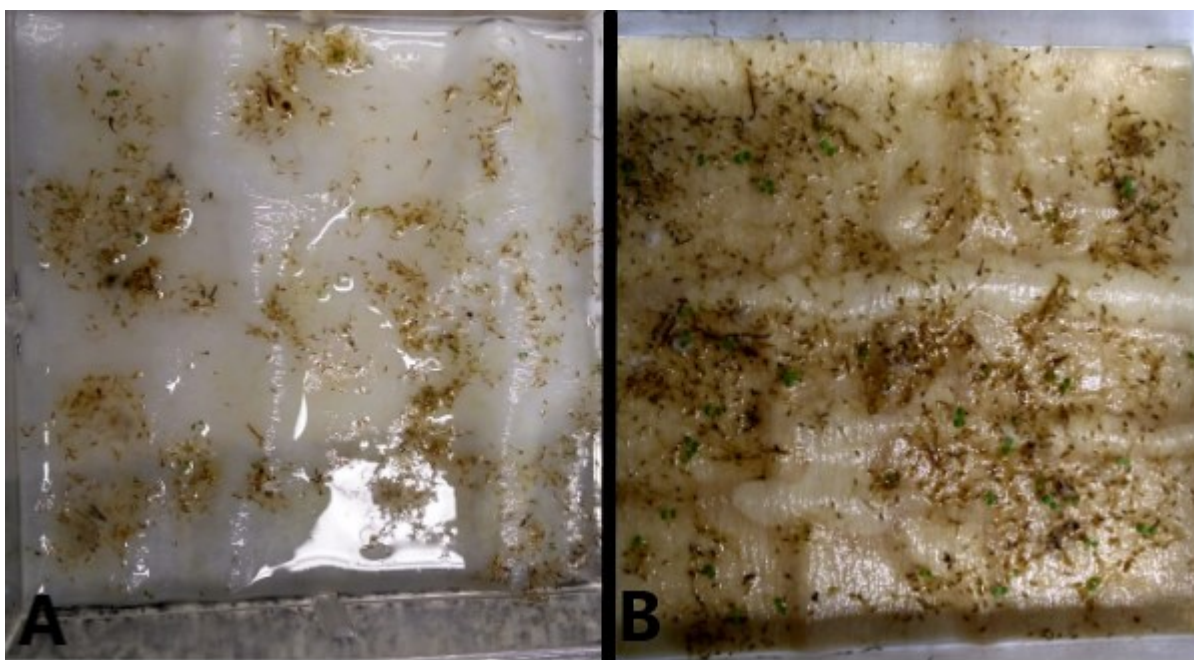


**Tabela 4.** Número de plântulas de buva germinadas após serem submetidas a embebição com extrato de *Crotalaria spectabilis*. Curitiba, SC, 2019.

Avaliações	Buva		
	Testemunha	Com extrato	CV (%)
Germinação 7 DAS	10,50 b	30,00 a	23,60
Germinação 14 DAS	18,25 b	52,50 a	24,20

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação.

**Figura 5.** Comparação do número de sementes de buva germinadas entre gerbox representativos de cada tratamento, sendo 'A' sem extrato e 'B' com extrato de *Crotalaria spectabilis*.



Para o leiteiro e para a corda-de-viola, as germinações após sete e 14 dias de semeadura, com e sem extrato, não se diferenciaram estatisticamente. Já para o comprimento de plântulas as duas espécies comportaram-se de maneira distinta, em que o leiteiro cresceu cerca de 23% a menos e a corda-de-viola (Figura 6) cresceu cerca de 88,5% a mais (Tabelas 5 e 6) quando em contato com o extrato.

**Tabela 5.** Porcentagem de germinação e comprimento de plântulas de leiteiro após serem submetidas a embebição com extrato de *Crotalaria spectabilis*. Curitiba, SC, 2019.

Avaliações	Leiteiro		
	Testemunha	Com extrato	CV (%)
Germinação 7 DAS	34,00 a	38,00 a	10,64
Germinação 14 DAS	32,00 a	38,00 a	10,43
Comprimento de plântulas (cm)	11,70 a	9,00 b	12,95

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação.

**Tabela 6.** Porcentagem de germinação e comprimento de plântulas de corda-de-viola após serem submetidas a embebição com extrato de *Crotalaria spectabilis*. Curitiba, SC, 2019.

Avaliações	Corda-de-viola		
	Testemunha	Com extrato	CV (%)
Germinação 7 DAS	46,00 a	48,50 a	19,15
Germinação 14 DAS	48,50 a	47,50 a	19,36
Comprimento de plântulas (cm)	5,13 b	9,67 a	9,80

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação.

**Figura 6.** Comparação entre plântulas de corda-de-viola representativas de cada tratamento, sendo 'A' sem extrato e 'B' com extrato de *Crotalaria spectabilis*.



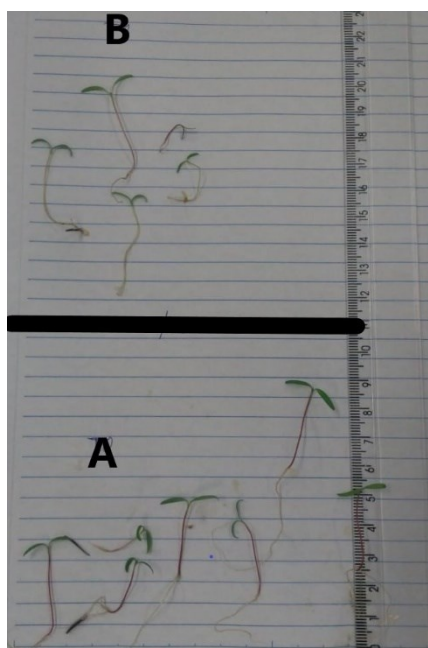
Os efeitos esperados do extrato foram mais evidenciados em picão-preto (Figura 7), em que as plantas submetidas ao contato com o extrato tiveram germinação aos sete DAS e comprimento de plântulas menores (Tabela 7).

**Tabela 7.** Porcentagem de germinação de plântulas de picão-preto após serem submetidas a embebição com extrato de *Crotalaria spectabilis*. Curitiba, SC, 2019.

Espécie	Picão-preto		
	Testemunha	Com extrato	CV (%)
Germinação 7 DAS	29,50 a	14,00 b	21,17
Germinação 14 DAS	35,00 a	27,00 a	21,72
Comprimento de plântulas (cm)	5,91 a	2,33 b	23,86

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação.

**Figura 7.** Comparação entre plântulas de picão-preto representativas de cada tratamento, sendo 'A' sem extrato e 'B' com extrato de *Crotalaria spectabilis*.



Informações sobre germinação e comprimento de plântula são importantes considerações dentro de um plano de manejo de plantas daninhas. Isto por que o controle químico só é uma alternativa viável quando as plantas daninhas presentes na área estão a um nível populacional capaz de reduzir a produtividade da cultura e por que a eficiência dos herbicidas é variável conforme o tamanho das espécies daninhas, onde de maneira geral, quanto menor o tamanho, mais efetivo será o controle.

O efeito do extrato não se mostrou uma alternativa eficiente ao ponto de eliminar a necessidade do uso de outros métodos de controle, como o químico. Entretanto, para áreas onde há predomínio de picão-preto e/ou leiteiro, a prática do uso de *C. spectabilis* como planta de cobertura torna mais efetivo o controle químico destas espécies por retardar o seu crescimento e desenvolvimento, deixando as plantas em um estágio em que o controle é mais eficiente, por mais tempo. Também proporciona melhorias no controle destas e de outras diversas daninhas por permitir um melhor desenvolvimento das culturas de interesse comercial, tornando o controle cultural mais efetivo, principalmente por antecipar o fechamento das entrelinhas pela cultura, diminuindo a incidência de radiação solar sobre as daninhas e sementes de espécies fotoblásticas positivas.

Os resultados encontrados neste trabalho divergem dos resultados encontrados por Teixeira *et al.* (2004), que mostram que o picão-preto não sofreu redução significativa de germinação pela ação alelopática do extrato de *C. spectabilis*. Já Gomes *et al.* (2014), concluíram que a palhada de *C. spectabilis* incorporada no solo diminuiu a presença de leiteiro e corda-de-viola na área, utilizando o índice de valor de importância (IVI) como parâmetro de avaliação. Como os metabólitos secundários produzidos pelas plantas são uma resposta ao ambiente, a quantidade e a qualidade destes são muito influenciadas por fatores ambientais, como a estação do ano, por influenciar a temperatura e a radiação solar, a disponibilidade hídrica e de nutrientes, incidência de pragas e doenças, altitude, composição atmosférica, entre diversos outros fatores (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Isto explica muitos dos resultados controversos encontrados na literatura e a divergência entre os resultados encontrados neste, do resultado de outros trabalhos.

## 5 CONCLUSÃO

O extrato de *C. spectabilis* não afetou a germinação e proporcionou maior crescimento de plântulas de trigo e milho. Em soja, a germinação não foi afetada e o comprimento de plântulas não se diferenciou estatisticamente da testemunha. Estes resultados demonstram que seu uso como cobertura verde, além de não prejudicar, melhora o estabelecimento inicial da lavoura, promovendo diversas vantagens ao longo do ciclo das culturas estudadas.

Ambos, leiteiro e picão-preto, apresentaram menor crescimento quando na presença do extrato, mas somente o picão teve também sua porcentagem de germinação reduzida.

A buva apresentou maior germinação na presença do extrato. Apesar disto, estudos a campo devem ser feitos a fim de avaliar o efeito físico da palhada da *C. spectabilis* sobre as sementes de buva, visto que uma de suas principais características é a de serem fotoblásticas positivas.

A corda-de-viola apresentou maior comprimento de plântulas quando em contato com o extrato, sendo um viés à utilização de *C. spectabilis* em áreas com alta infestação desta planta, apesar da porcentagem de germinação não ter sido aumentada.

O efeito do extrato, nesta concentração, não se mostrou uma alternativa eficiente a ponto de eliminar a necessidade do uso de outros métodos de controle, porém auxilia no controle de espécies daninhas já mencionadas, sendo mais um motivo dos vários existentes para sua utilização.

Os resultados de quais plantas, como e o quanto elas são afetadas pelos compostos alelopáticos de *C. spectabilis* é variável na literatura. Obter dados precisos e abrangentes dentro da área da alelopatia é um desafio. Dentre os motivos, cita-se a alta variabilidade genética das plantas daninhas, apresentando mais ou menos suscetibilidade aos compostos alelopáticos. A alta influência ambiental sobre o metabolismo secundário das plantas, que é de onde estes compostos são oriundos, e por fim, os métodos de extração destes compostos são diversos e podem influenciar no resultado.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D. *et al.* **Soja: do Plantio à Colheita**. In: SEDIYAMA, T. *et al.* (Eds.) Viçosa: Editora UFV, 2015. v.1, Cap.11, p. 234.
- ALLEN, J. R.; CHILDS, G. R.; CRAVENS, W. W. *Crotalaria spectabilis* Toxicity in Chickens. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**. p. 434–436, 1960.
- AQUINO, M. A.; ASSIS, R. L. **Agroecologia: Princípios e Técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 517 p.
- ARAÚJO, E. O.; ESPÍRITO SANTO, C. L.; SANTANA, C. N. Potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 5, n. 2, p. 109-115, 2010.
- ARAÚJO, E. O.; SANTANA, C. N.; ESPÍRITO SANTO, C. L. Potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de milho e feijão. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 108-116, 2011.
- BHOWMIK, P. C.; BEKECH, M. M. Horseweed (*Conyza canadensis*) seed production, emergence, and distribution in no-tillage and conventional tillage corn (*Zea mays*). **Agronomy**, New York, v. 1, n. 1, p. 67-71, 1993.
- BULL, L. B.; CULVENOR, C. C. J.; DICK, A. T. The pirrolizidine alkaloids: Their chemistry, pathogenicity and other biological properties. **North-Holland Publ. Co**, Amsterdam, 1968. 293 p.
- CARLOS, J. A. D. **Adubação verde na implantação e reforma de canaviais**. Piracicaba: Piraí Sementes, p. 37, 2009.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 21, p. 507-515, 2003.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C. B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 13-20, 1994.
- COMIOTTO A. **Potencial alelopático de diferentes espécies de plantas sobre a qualidade fisiológica de sementes de arroz e aquênios de alface e crescimento de plântulas de arroz e alface**. Dissertação (Mestrado em fisiologia vegetal) - Programa de Pós- Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006. 32 p.
- JUNIOR, E. F.; MACHADO, J. R.; VELINI, E. D. **Controle de plantas daninhas em arroz irrigado mediante o momento da admissão e da altura da lâmina de água**. *Bragantia*. Instituto Agrônomo de Campinas, v. 54, n. 2, p. 43-351, 1995.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p.175-204, 2000. Edição especial.

FLORES, A. S. **Crotalaria in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB22902>. Acesso em: 11 de maio de 2019.

GALON, L. *et al.* Disponibilidade de macronutrientes em cultivares de cana-de-açúcar submetidas à competição com *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p. 1372-1379, 2012.

GARCÍA, A. Á.; CARRIL, E. P. U. Metabolismo secundario de plantas. **Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal**. v. 2, p. 119-145, 2009.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. UFRGS, 2000. 653 p.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GOMES, D. S.; BEVILAQUA, N. C.; SILVA, F. B.; MONQUERO, P. A. Supressão de plantas espontâneas pelo uso de cobertura vegetal de crotalária e sorgo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9 n. 2, p. 206-213, 2014.

GOMES JUNIOR, F. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 34, p. 789-798, 2008.

LACERDA, A. L. D. S. **Fluxos de emergência e banco de sementes de plantas daninhas em sistemas de semeadura direta e convencional e curvas dose-resposta ao Glyphosate**. Tese de doutorado em Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. 141 f.

LISBOA, O. A. de S. **Utilização de palhadas e extratos de *Crotalaria juncea* L. e *Brachiaria decumbens* Stapf. como alternativa no controle da germinação e emergência de sementes de algumas plantas daninhas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009. 106 f.

LISBOA, O. A. de S.; DIDONET, A. D. **Efeito alelopático de crotalária e braquiária na germinação de sementes de picão preto, corda-de-viola e alface**. XII Congresso Brasileiro de Fisiologia vegetal "Desafios para produção de alimentos e bioenergia", Fortaleza, p. 166-167, 2009.

LUCENA R. B. *et al.* Intoxicação por alcaloides pirrolizidínicos em ruminantes e equinos no Brasil. **Pesq. Vet. Bras.** v. 30, n. 5, p. 447-452, 2010.



LUZ, P. H. C.; VITTI, G. C.; QUINTINO, T. A.; OLIVEIRA, D. B. **Utilização da Adução Verde na Cultura da Cana-de-Açúcar**. Piracicaba: ESALQ, GAPE - Departamento de Solos e Nutrição de Plantas (Brasil), 2005. 53 p.

MORAIS, D. C. O. *et al.* **Efeito alelopático de extratos de *Crotalaria juncea* sobre o desenvolvimento inicial de cevada e trigo**. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão 9.4, 2018.

OLIVEIRA, M. F. de; BRIGHENTI, A. M. **Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopátia**. Brasília, DF: Embrapa, p. 148-164, 2018.

OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Omnipax, p. 67-78. cap. 3, 2011.

PERIN, A. *et al.* Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, v. 4, p. 1-24, 1987.

REZENDE, C de P.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, I. P. A. **Alelopátia e suas interações na formação e manejo de pastagens plantas forrageiras**. Lavras: UFLA, 2003. 18 p. (Boletim Agropecuário).

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 3º ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, p. 470, 1996.

RIZZARDI, M. A. *et al.* Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural**, v. 31, p. 707-714, 2001.

LAMEGO, F. P.; VIDAL, R. A. Resistência ao glifosato em biótipos de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadenses* no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 467-471, 2008.

MILLER, D. A. Allelopathy in forage crop systems. **Agronomy Journal**, v. 88. n. 6. p. 854-859, 1996.

MORAES, P. V. D. *et al.* Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 289-296, 2009.

SILVEIRA P. M.; RAVA C. A. **Utilização de crotalária no controle de nematóides da raiz do feijoeiro**. Embrapa. Comunicado Técnico 74, Santo Antônio de Goiás, 2004.

SOUZA, A. C. de; HATAYDE, M. R.; BECHARA, G. H. Aspectos patológicos da intoxicação de suínos por sementes de *Crotalaria spectabilis* (Fabaceae). **Pesq. Vet. Bras.** Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 12-18, 1997.

TEIXEIRA, C. M.; ARAUJO, J. B. S.; CARVALHO, G. J. de. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L.). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 691-695, 2004.

VIZZOTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.

VOLL, E. *et al.* **A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo**. Londrina: Embrapa Soja, p. 85, 2005.

WEEDSCIENCE. **Herbicide Resistant Weeds in Brazil**. Disponível em: <http://www.weedscience.org/Summary/Country.aspx>. Acesso em: 23 de março de 2020.