

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

Potencial alelopático da *Crotalaria* spp. no controle de *Panicum maximum*

Izabela Rosseto de Holanda

JABOTICABAL – SP

2º semestre/2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

Potencial alelopático da *Crotalaria* spp. no controle de *Panicum maximum*

Izabela Rosseto de Holanda

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves

Coorientador: Me. Heytor Lemos Martins

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte
das exigências para Graduação em
Engenharia Agrônoma.

JABOTICABAL – SP

2º semestre/2022

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe e melhor amiga, Maria de Nazaré Rosseto, que é meu maior exemplo de amor, força e resiliência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Francisco e Nazaré, e aos meus irmãos, Beatriz e Rafael, por sempre acreditarem em mim e mesmo com a distância estarem ao meu lado em todos os momentos, para vocês meu imenso amor e admiração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves, pela oportunidade de desenvolver este trabalho, pela atenção e humanidade com que trata a todos, e pelo incentivo à curiosidade que estimula em seus alunos a busca constante por conhecimento.

Ao meu coorientador, Me. Heytor Lemos Martins, que sem seu apoio não teria sido possível realizar este trabalho, agradeço pelos conhecimentos passados, pelo diálogo e abertura que me tranquilizaram em todos os momentos. Sua paixão pela ciência sempre me admirou e espero levar isso comigo para o resto da vida.

Aos demais colegas do Laboratório de Plantas Daninhas (LAPDA), em especial ao Martins, que auxiliaram na implantação e manutenção dos experimentos.

Às moradoras e ex-moradoras da República Casa das Prima, por estarem comigo durante os momentos bons e ruins da graduação. Em especial à Mayara Hanieri de Albuquerque Castelar (UP), pela sincera amizade que irei levar comigo sempre.

Aos meus familiares, amigos e companheiros de turma, que de alguma forma me ajudaram ou estiveram comigo nessa jornada intensa que é a graduação. Sem vocês o caminho teria sido penoso e não teria a alegria que me transmitiram.

Por fim, agradeço à UNESP/FCAV, aos professores responsáveis pela minha formação e a todos os funcionários. Espero retribuir para a sociedade tudo o que me foi passado durante esses anos de graduação.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	2
AGRADECIMENTOS	3
SUMÁRIO	4
RESUMO	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITARATURA	10
2.1 Adubação verde	10
2.2 Alelopatia.....	11
2.3 Efeito alelopático da <i>Crotalaria juncea</i>	13
2.4 <i>Panicum maximum</i>	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Velocidade de Germinação do <i>P. maximum</i> em contato com solução oriunda da germinação da espécies <i>C. juncea</i> , <i>C. breviflora</i> , <i>C. ochroleuca</i> e <i>C. spectabilis</i>	17
3.2 Desenvolvimento da radícula e hipocótilo do <i>P. maximum</i> em solução oriunda da germinação da <i>C. juncea</i>	18
3.3 Desenvolvimento do <i>P. maximum</i> com semeadura em vasos com diferentes densidades de <i>C. juncea</i>	18
3.4 Desenvolvimento do <i>P. maximum</i> com transplante em vasos com diferentes densidades de <i>C. juncea</i>	19
3.5 Bioensaio com extrato aquoso da folha da <i>C. juncea</i> aplicado em <i>P. maximum</i>	20
3.6 Aplicação de solução oriunda da germinação da <i>C. juncea</i> em pré-germinação e pós-germinação do <i>P. maximum</i>	21
3.7 Aplicação precoce de extrato oriundo da folha da <i>C. juncea</i> em plantas de <i>P. maximum</i>	24
Análise dos dados	26
4. RESULTADOS	27
4.1 Velocidade de Germinação do <i>P. maximum</i> em contato com solução oriunda da germinação da espécies <i>C. juncea</i> , <i>C. breviflora</i> , <i>C. ochroleuca</i> e <i>C. spectabilis</i>	27

4.2 Desenvolvimento da radícula e hipocótilo do <i>P. maximum</i> em solução oriunda da germinação da <i>C. juncea</i>	28
4.3 Desenvolvimento do <i>P. maximum</i> com semeadura em vasos com diferentes densidades de <i>C. juncea</i>	30
4.4 Desenvolvimento do <i>P. maximum</i> com transplante em vasos com diferentes densidades de <i>C. juncea</i>	31
4.5 Bioensaio com extrato aquoso da folha da <i>C. juncea</i> aplicado em <i>P. maximum</i>	32
4.6 Aplicação de solução oriunda da germinação da <i>C. juncea</i> em pré-germinação e pós-germinação do <i>P. maximum</i>	33
4.7 Aplicação precoce de extrato oriundo da folha da <i>C. juncea</i> em plantas de <i>P. maximum</i>	36
5. DISCUSSÃO	40
6. CONCLUSÕES	44
7. REFERÊNCIAS	45

RESUMO

Crotalaria juncea é uma leguminosa utilizada como adubo verde, tendo como finalidade a melhoria a longo prazo da qualidade do solo, na descompactação e adubação, principalmente do nitrogênio, auxiliando na redução da necessidade e dependência de adubos minerais. Outra característica é a capacidade alelopática, expressada na supressão ou inibição do desenvolvimento de plantas em seu entorno, possibilitando o controle alternativo de plantas daninhas e o estudo para o surgimento de novas moléculas de herbicidas sintéticos. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar o potencial alelopático da *C. juncea* no controle do capim-colonião (*Panicum maximum*). Foram realizados experimentos de germinação e desenvolvimento de *P. maximum*, em contato com a água de germinação e extrato da parte aérea da *C. juncea*, e também em convivência através de semeadura e transplante das duas espécies. Foi possível verificar que quanto maior a densidade e a concentração dos extratos da *C. juncea*, maior foi a diminuição da velocidade de germinação (IVG), porcentagem de germinação (G%), comprimento radicular, comprimento em altura e peso de massa seca do *P. maximum*, sendo mais expressivo o potencial alelopático do extrato da parte aérea da *C. juncea*.

Palavras-chave: Fitoquímico, herbicida, adubação verde, plantas daninhas

ABSTRACT

Crotalaria juncea is a legume used as a green manure, with the aim of improving the long-term quality of the soil, in unpacking and fertilizing, mainly nitrogen, helping to reduce the need and dependence on mineral fertilizers. Another characteristic is the allelopathic capacity, expressed in the suppression or inhibition of the development of plants in its surroundings, allowing the alternative control of weeds and the study for the emergence of new molecules of synthetic herbicides. Thus, the aim of this study was to evaluate the allelopathic potential of *C. juncea* to control guinea grass (*Panicum maximum*). Experiments were carried out on germination and development of *P. maximum*, in contact with the germination water and extract of the aerial part of *C. juncea*, and also in coexistence through sowing and transplantation of the two species. It was possible to verify that the greater the density and concentration of *C. juncea* extracts, the greater was the decrease in germination speed (IVG), percentage of germination (G%), root length, height in height and dry mass weight of the plant. *P. maximum*, being more expressive the allelopathic potential of the extract of the aerial part of *C. juncea*.

Keywords: Phytochemical, herbicide, green adubation, weeds

1. INTRODUÇÃO

O controle de plantas daninhas em áreas agrícolas é considerado manejo essencial para se obter a produtividade desejada em parâmetros qualitativos e quantitativos, já que a presença de plantas infestantes pode provocar competição por luz, nutrientes e água com a cultura de interesse (BRIGHENTI E OLIVEIRA, 2011).

O capim-colonião (*Panicum maximum*) - gramínea pertencente à família Poaceae – é considerada uma planta daninha de importância quanto ao grau de interferência, principalmente na cultura da cana-de-açúcar em seus diferentes estágios (KUYA et al., 2003), justificando plenamente a necessidade de seu controle.

O uso de herbicidas sintéticos para o controle de plantas daninhas é comumente o método mais utilizado pelos produtores brasileiros, no entanto é oneroso e seu uso inadequado pode gerar problemas ambientais, além de alterar a flora do local e selecionar plantas resistentes (CARVALHO, 2004).

Em decorrência desses fatores, há cada vez mais a procura por métodos alternativos ao uso de herbicidas sintéticos e, dentre esses métodos, estaria o uso de plantas com potencial alelopático, que possuem a capacidade de estimular ou inibir o desenvolvimento de plantas ao seu entorno (RICE, 1984), sendo principalmente utilizadas como herbicidas naturais, mas também, no estudo das moléculas atuantes para o surgimento de novos herbicidas sintéticos.

As espécies de *Crotalaria* spp. são algumas das opções interessantes quanto ao seu potencial alelopático, sendo mais frequentemente utilizada como adubo verde - atuando na fixação biológica de nitrogênio -, apresentando bom

volume de massa seca para cobertura do solo e auxiliando no controle de nematoides (ESPINDOLA et al., 1997).

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar o potencial alelopático da *Crotalaria juncea* no controle do capim-colonião (*Panicum maximum*), testando as seguintes hipóteses: 1) A *Crotalaria juncea* apresentará maior potencial alelopáticos em relação as demais Crotalárias; 2) Quanto maior a densidade de sementes de *Crotalaria juncea*, maior será o efeito inibitório do líquido de germinação no capim colonião; 3) Quanto maior a densidade de *Crotalaria juncea* maior será a supressão do capim-colonião (*Panicum maximum*) quando semeado e, 4) A concentração do extrato aquoso das folhas de *Crotalaria juncea*, quando em sua maior porcentagem, atuará negativamente na germinação e no desenvolvimento do capim-colonião (*Panicum maximum*).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Adubação Verde

A adubação verde se refere ao cultivo de plantas que favorecem o sistema planta e solo, sua implantação é feita em forma de consórcio com outras culturas de interesse econômico ou em rotação. Essa prática agrícola entrega inúmeros benefícios a longo prazo, pois as plantas utilizadas em sua maioria são leguminosas que possuem a capacidade de fixarem nitrogênio atmosférico por meio da associação simbióticas com bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, diminuindo a necessidade de adubação nitrogenada mineral (SMYTH et al., 1991).

Além disso, as plantas após o corte e incorporação na área de cultivo, aumentam o aporte de matéria seca que posteriormente é mineralizada para matéria orgânica. Esse fator favorece o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) no solo e conseqüentemente aumenta a retenção e diminui a perda de nutrientes por lixiviação (KIEHL, 1985).

Dessa forma, a adubação verde mantém a fertilidade do solo e aumenta a produtividade agrícola, porém deve ser levado em consideração aspectos como diversificação de espécies utilizadas para que não ocorra incidência de pragas e doenças caracterizada pela monocultura (ESPÍNDOLA et al., 1997), além da escolha ter como parâmetro características como maior volume de matéria seca, tolerância à pragas e doenças, sementes mais uniformes e fáceis de serem semeadas mecanicamente (MIYASAKA et al., 1984).

2.2 Alelopatia

O termo alelopatia foi denominado em 1932 pelo alemão Hans Molisch, a palavra é de origem grega e resulta da aglutinação de *allelon* (de um para o outro) e *phatos* (prejuízo) (MOLISCH, 1937). Apesar do termo considerar apenas a influência negativa de uma planta sobre outra, Rice em 1984 redefine a alelopatia como o efeito positivo e negativo de uma planta sobre outra em seu crescimento e estabelecimento, por meio de compostos liberados no meio em que estão inseridas, ressaltando também o fator concentração para que esses compostos atuem inibindo ou estimulando.

A alelopatia foi observada em tempos longínquos, quando Theophrastus em 300 a.C afirmou que o grão-de-bico (*Cicer arietinum*) esgotava o solo ao invés de revigorar como outras leguminosas, apresentando potencial de inibição de plantas daninhas. Outro relato seria o de Plínio (1 d.C.), que diz que o grão-de-bico, cevada (*Hordeum vulgare*), feno-grego (*Trigonella foenum-graecum* e ervilha (*Vicia ervilia*) são problemáticas para o homem, pois causam danos a qualquer planta na proximidade (RICE, 1984).

A interação alelopática pode ser classificada em interespecífica, quando ocorre entre duas espécies diferentes e intraespecífica quando o fenômeno ocorre entre a plantas da mesma espécie. Miller (1996) define esses processos como autotoxicidade quando são liberadas substâncias que inibem a germinação e crescimento entre plantas de mesma espécie, e heterotoxicidade quando esses compostos são liberados entre plantas de diferentes espécies. É importante ressaltar que alelopatia difere de competição, pois no primeiro caso ocorre a liberação de substâncias no meio e no segundo caso se trata da

retirada de compostos ou elementos essenciais ao desenvolvimento de uma planta, como água, nutrientes, luz e gás carbônico (RICE, 1984).

Os mecanismos de interações alelopáticas podem ocorrer de quatro formas diferentes, podendo ser por volatilização, lixiviação, exsudação radicular e decomposição de resíduos. A volatilização é difícil de ser detectada; geralmente consegue-se perceber esse fenômeno conhecendo plantas como a roseira (*Rosa* sp.) ou o eucalipto (*Eucalyptus* sp.) que possuem compostos voláteis, sendo que esse processo não é necessariamente prejudicial para outras plantas (PIRES et al., 2011). Contudo, em espécies arbustivas como *Salvia leucocephylla* e *Artemisia californica*, constatou-se que ambas liberam compostos voláteis do grupo dos terpenos que impedem o desenvolvimento de vegetação num raio de um a dois metros (PUTNAM, 1987 apud PIRES et al., 2011).

O processo de lixiviação se trata da retirada de um composto de uma área para outra, sendo a água persursora desse processo. Nas plantas, diversos compostos químicos podem ser retirados da parte aérea, transferidos pela água da chuva, orvalho e irrigação e sendo carregados para o solo. Os compostos mais comumente lixiviados são ácidos orgânicos, açúcares, aminoácidos, substâncias pectinas, ácidos giberélicos, terpenóides, alcaloides e compostos fenólicos (PUTNAM, 1987 apud PIRES et al., 2011).

A exsudação radicular é um processo natural de sobrevivência, sinalização e adaptação das plantas. Além da absorção de água e nutrientes, as raízes sintetizam e liberam compostos na rizosfera que auxiliam na convivência e proteção em relação ao ambiente do solo. A intensidade dessa liberação depende de fatores bióticos e abióticos onde a planta se encontra e

alguns desses compostos liberados possuem características alelopáticas que podem afetar a produção de metabólitos, fotossíntese, respiração, transporte de membrana e podem gerar inibição ou estímulo de crescimento das raízes e parte aérea de plantas ao redor (PETRY, 2015).

Por último, a alelopatia por decomposição de resíduos vegetais, na qual ocorre pela liberação de compostos que estavam contidos nas células e que extravasam após o rompimento da membrana plasmática no processo de decomposição e que podem ser lixiviados, além da produção de substâncias pelos microrganismos presentes na decomposição (RICE, 1984).

2.3 Efeito alelopático da *Crotalaria* spp.

As plantas daninhas encontradas em sistemas de cultivo, em sua maioria, são potenciais causadoras de redução significativa na produtividade das culturas, competindo por fatores como nutrientes do solo, água e luz (McERLICH E BOYDSTON, 2014) e, também, há interferência por meio de liberação de compostos alelopáticos (TANVEER et al., 2012).

Para controle dessas plantas daninhas nas culturas, utiliza-se comumente herbicidas, mas muitas já possuem resistência ao mesmo por meio de desenvolvimento de biótipos. Assim, com a resistência dos herbicidas e ainda com necessidade de controle nos novos biótipos, tem-se procurado meio alternativos para controle, dentre eles as plantas utilizadas como adubo verde e que possuem poder de supressão nas plantas daninhas (LOU, 2016; ABDIN et al., 2000; RUEDA-AYALA, 2015), seja por meio de competição por recursos (MORRIS, 2015; NICHOLS et al., 2015; NORSWORTHY et al., 2011; KHAN et al., 2010; TEASDALE, 1998) ou interferência nas sementes por meio de

alterações das condições do solo (MUONI,2014) e no processo de dispersão da semente da planta daninha.

A crotalária (Fabales: Fabaceae), que está compreendida entre as plantas com potencial citado acima, é uma planta herbácea, com um sistema radicular que tem capacidade de auxiliar na descompactação dos solos e a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (FLORES, 2008). Ela tem sua origem na Índia, onde é cultivada para fornecer fibras para indústria têxtil. Essa espécie teve sua introdução ao Brasil nos anos 80, com objetivo de auxiliar na agricultura como alternativa de cobertura verde e na fixação de nitrogênio no solo (SORATTO et al., 2012). A utilização das leguminosas na adubação tem crescido exponencialmente nos últimos anos, propiciando o fornecimento de nitrogênio, adição de carbono orgânico e reciclagem de nutrientes (ROSA et al., 2017).

Em específico, a *Crotalaria juncea*, possui crescimento arbustivo, ereto, podendo chegar 3,5 metros de altura, suas flores são amareladas e se destacam bastante por conterem propriedades repelentes de moscas e mosquitos. Ela possui tolerância a seca, baixa tolerância a elevada umidade, sensibilidade ao fotoperíodo, facilita a processo de ciclagem de nutrientes, elevada associação com microrganismos fixadores de nitrogênio e eficiência na descompactação do solo, deixando o mesmo propício para inserção das demais culturas (CARVALHO et al., 2022).

Além disso, *Crotalaria juncea* possui potencial alelopático, como encontrado por Alder e Chase (2007) e Cole (2006), que verificaram o efeito dos resíduos vegetais e de extratos aquosos da folha no controle de *Amaranthus lividus*, *Capsicum annum* e *Eleusine indica*; e por Cruz-Silva e

colaboradores (2015) que verificaram a ação inibitória do extrato aquoso moído e lixiviado das folhas no milho (*Zea mays*).

2.4 *Panicum maximum*

Panicum maximum, pertence à família Poaceae, é perene, possui forma entouceirada e tem sua origem na África tropical. É utilizada como forrageira na alimentação de gado, mas tem grande importância como infestante em culturas de interesse agrícola.

Possui boa adaptação a clima quente e úmido, não sendo destaque nas regiões mais frias e secas. Entretanto, com o aumento de temperatura decorrente das mudanças climáticas, vem se tornando uma planta preocupante no nível de infestação e disseminação (PEZZOPANE et al., 2016).

O capim-colonião responde significativamente à fertilidade do solo, sendo o nitrogênio o nutriente mais requerido pela planta, participando ativamente nos processos de crescimento, perfilhamento e produção de folhas (FREITAS et al., 2005). Segundo Barducci (2009), não é recomendado que se utilize *P. maximum* em consórcio com milho, pois no período crítico da cultura, que seria entre 15 e 45 dias, pode ocorrer competição por nutrientes, água e luz.

Para cultivos comerciais de eucalipto (*Eucalyptus* sp.), em que comumente utilizam-se áreas de pastagens para o cultivo florestal, *P. maximum* apresenta interferência por competição na fase inicial do eucalipto, diminuindo principalmente biomassa seca de ramos, raízes, folhas e caule (DINARDO et al., 2003; MEDEIROS et al., 2016).

Na cana-de-açúcar, pode ser responsável por uma redução de 40% na produtividade da cultura, quando não há controle da planta daninha durante o período de emergência e corte da cana-de-açúcar, (KUVA et al., 2003). Segundo Silva (2014), a interação entre *P. maximum* e o sorgo (*Sorghum bicolor*) nos estágios finais da cultura, causa diminuição na produtividade e acamamento da cultura por redução do diâmetro do colmo, o que dificulta a colheita mecanizada.

Segundo Inomoto (2007) e Queiróz et al. (2014), *P. maximum* é uma boa hospedeira de *Pratylenchus brachyurus*, favorecendo o aumento da população do nematoide em áreas de cultivo, e também favorece o aumento da infestação de pragas e doenças que afetam culturas de interesse agrícola (SANTOS et al., 2015; MALLMANN et al., 2013). Por conta da dificuldade no controle de capim-colonião, alguns métodos alternativos estão sendo utilizados, por exemplo, herbicidas naturais através de plantas que possuem moléculas alelopáticas (ROSA, 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental e no Laboratório de Plantas Daninhas (LAPDA) do Departamento de Biologia, da Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho" - Campus de Jaboticabal.

3.1. Germinação do *P. maximum* em solução oriunda da germinação das espécies *C. juncea*, *C. breviflora*, *C. ochroleuca* e *C. spectabilis*

Foram depositadas 25 sementes de *C. juncea*, *C. breviflora*, *C. ochroleuca* e *C. spectabilis*, separadamente em placas de Petri com diâmetro de 3,5 cm previamente esterilizadas com álcool hidratado a 92,8%, contendo papel de germinação hidratado com água deionizada, sendo quatro repetições para cada espécie e quatro placas de Petri como testemunha, sem a presença de sementes. As placas foram molhadas diariamente com água deionizada e foram mantidas em câmara de germinação com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo regulado para 12 horas.

Após sete dias, as sementes germinadas de *C. juncea*, *C. breviflora*, *C. ochroleuca* e *C. spectabilis* foram descartadas, mantendo o líquido presente nas placas de Petri. Semeou-se, em seguida, 25 sementes de *Panicum maximum* em todas as placas contendo o líquido oriundo da germinação das quatro espécies de crotalária e nas quatro placas testemunhas, a fim de determinar a velocidade e porcentagem de germinação das mesmas. Para se determinar a velocidade de germinação (IVG) foi utilizada a seguinte fórmula:

$$IVG = (7*X+4*X+3*X+2*X)/7)$$

Sendo: X = o número de sementes que germinaram no segundo dia, terceiro, quarto e sétimo dia, respectivamente (PANDE et al., 1986 apud PUTNAM, 1986).

3.2. Desenvolvimento da radícula e hipocótilo do *P. maximum* em solução oriunda da germinação da *C. juncea*

Para analisar o crescimento radicular, semeou-se diferentes densidades de *Crotalaria juncea* em placas de Petri com diâmetro de 3,5 cm previamente esterilizadas com álcool hidratado a 92,8%, contendo papel de germinação hidratado com água deionizada. As densidades utilizadas foram 1, 2, 5, 10, 15 e 20 sementes por placa, sendo 4 repetições para cada densidade mais a testemunha (4 placas de Petri sem a presença de sementes). As placas foram molhadas diariamente com 10 ml de água deionizada e foram mantidas em câmara de germinação com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 12 horas.

Após sete dias de contato das sementes com o líquido, realizou-se o descarte das mesmas, mantendo o líquido presente nas placas de Petri. Com o líquido nas placas, foram colocadas plântulas de *Panicum maximum*, que foram previamente mensuradas quanto ao comprimento de radícula e hipocótilo. As plântulas ficaram sete dias em contato com o líquido no qual as sementes de crotalária germinaram e, em seguida, foram realizadas novamente as medições do comprimento de radícula e hipocótilo.

3.3. Desenvolvimento do *P. maximum* com semeadura em vasos com diferentes densidades de *C. juncea*

Para esta etapa da pesquisa, foram utilizados vasos com capacidade para 3 L preenchidos com uma mistura de terra, esterco e areia, em proporção 2:1:1 (v/v/v), que foram mantidos em área aberta anexa ao Laboratório, sendo molhados diariamente. Nos vasos foram semeadas diferentes densidade (1, 2 e 3 sementes) de *Crotalaria juncea* para uma semente de *Panicum maximum*, mais a testemunha, que continha apenas uma semente de *P. maximum* por vaso, sendo 5 repetições para cada tratamento.

Decorridos 15 dias após a semeadura, foi feito o desbaste nos vasos, deixando-se apenas as plantas mais uniformes por vaso. Quando as plantas se encontravam em pleno estágio vegetativo (33 dias após a semeadura - DAS), foram cortadas as partes aéreas das plantas, que foram lavadas em água corrente e colocadas em câmara fria a 13°C, até o momento de serem utilizadas nos bioensaios, enquanto para as plantas de *P. maximum* foi avaliado o número de perfilhos e, em seguida, foram colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, para a determinação da massa seca.

3.4. Desenvolvimento do *P. maximum* com transplante em vasos com diferentes densidades de *C. juncea*

Neste ensaio, foram utilizados vasos com capacidade para 3 L preenchidos com uma mistura de terra, esterco e areia, em proporção 2:1:1 (v/v/v), que foram mantidos em área anexa ao Laboratório, sendo molhados diariamente. Nos vasos foram transplantadas plantas de *C. juncea* e *P. maximum* com 30 dias, em diferentes densidades de 3, 2 e 1 de *C. juncea* para 1 planta de *P. maximum*, durante a condução do experimento foram diluídos 5g

de ureia em 1 L de água deionizada e aplicado 17 ml em todos os vasos para fornecimento de nitrogênio. Após 33 dias do transplante, foram cortadas a parte aérea de *C. juncea* de cada vaso, que foram lavadas em água corrente e colocadas em câmara fria a 13°C, até o momento de serem utilizadas nos bioensaios, enquanto para as plantas de *P. maximum* foi avaliado o número de perfilhos e, em seguida, foram colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, para a determinação da massa seca.

3.5 Bioensaio com extrato aquoso da folha da *C. juncea* aplicado em *P. maximum*

O material utilizado nesta etapa de produção do bioextratos, são plantas coletadas nos experimentos (3.3 e 3.4) anteriores, em que as plantas após serem cortadas foram lavadas e levadas para câmara fria por 7 dias a uma temperatura de 13°C.

Os extratos foram confeccionados com o auxílio de um liquidificador (Siemens), no qual foram colocados 100 gramas de massa verde oriunda dos experimentos 3.3 e 3.4 e 600 mL de água deionizada. Em seguida, foram realizados dois ciclos de trituração de três minutos cada, após os quais o extrato foi peneirado e filtrado à vácuo. Estes extratos obtidos foram designados como 100%, sendo posteriormente diluído para as concentrações de: 12,5%, 25%, 50% e 75%, utilizando a água deionizada (0%) como testemunha. Os extratos assim obtidos foram caracterizados quanto ao pH (Quimis/Q-400BI), osmolalidade (Wescor, 5500), teor de sólidos solúveis (°Brix) e condutividade (Analion/C708-Plus), os valores estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de pH, osmolalidade, teor de sólidos solúveis (°Brix) e Condutividade do extrato obtido da parte aérea de *Crotalaria juncea*.

Características	Concentrações (%)					
	0	12,5	25	50	75	100
pH	7,2	6,95	6,97	7	7,04	7,06
Osmolalidade (mmol/kg)	234	244	247	257	264	268
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	0	0	0	0,5	1	1
Condutividade (mS)	0,19	0,62	0,99	1,78	2,41	3

Para todos os bioensaios foram utilizadas placas de Petri com diâmetro de 3,5 cm, forradas com papel de germinação sobre o qual foram colocadas vinte e cinco sementes de *P. maximum* e, na sequência, aplicados 15 ml de cada extrato por placa, sendo quatro repetições para cada concentração (0%, 12,5%, 25%, 50%, 75% e 100%). Na sequência, as placas foram acondicionadas em câmaras de germinação ajustadas para temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 12 horas, onde ficaram por sete dias.

No decorrer do período experimental, foi feita contagem diária das sementes germinadas e repostado o extrato. Com os dados de germinação foram calculadas a percentagem e a velocidade de germinação, sendo que para calcular a velocidade de germinação (IVG) foi utilizada a seguinte fórmula:

$$IVG = (7*X+4*X+3*X+2*X)/7)$$

Sendo: X = o número de sementes que germinaram no segundo dia, terceiro, quarto e sétimo dia, respectivamente (PANDE et al., 1986 apud PUTNAM, 1986).

3.6. Aplicação da solução oriunda da germinação da *C. juncea* em pré-germinação e pós-emergência do *P. maximum*

Para o desenvolvimento deste ensaio foi coletado o líquido oriundo da germinação do experimento 3.2 referente a cada densidade, que foi previamente armazenado em câmara fria a 11°C. Na sequência, foram preparadas placas de petri com diâmetro de 3,5 cm, esterilizando-as com álcool hidratado a 92,8% e forrando-as com papel de germinação. As 30 placas de petri foram divididas em blocos de cinco, onde semeou-se *C. juncea* em densidades de 1, 2, 5, 10, 15 e 20 sementes para cada respectivo bloco. As placas permaneceram por 7 dias na câmara de germinação ajustada para 25°C e fotoperíodo de 12 horas, onde foram regularmente molhadas com 10 mL de água deionizada. Após esse período, as sementes foram descartadas e o líquido oriundo da germinação de cada densidade foi misturado com o líquido anteriormente coletado do experimento 3.2 e armazenado a frio, com a finalidade de obter quantidade suficiente para o ensaio. Em sequência, foi verificado o pH (Quimis/Q-400BI), teor de sólidos solúveis (°Brix), osmolalidade (Wescor, 5500) e condutividade (Analion/C708-Plus) dos líquidos, cujos valores estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de pH, osmolalidade e teor de sólidos solúveis (°Brix) dos líquidos oriundos da germinação de *Crotalaria juncea*.

Características	Densidade de sementes						
	0	1	2	5	10	15	20
pH	7,16	7,96	7,94	7,86	8,34	8,23	8,36
Osmolalidade	233	247	240	241	249	250	250

(mmol/kg)							
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3
Condutividade (mS)	0,19	0,37	0,64	0,79	1,57	3,14	3,03

O ensaio foi dividido em aplicação dos líquidos pré-germinação e pós-germinação do *P. maximum*. Para a etapa pré-germinação foram esterilizadas 56 placas de petri de diâmetro 3,5 cm com álcool hidratado 92,8%, sendo forradas com papel de germinação e semeando-se 25 sementes de *P. maximum* em cada placa. Os tratamentos utilizados foram o volume aplicado em 1 ml e 2 ml para cada densidade (0, 1, 2, 5, 10, 15 e 20), dividindo as 56 placas de petri em dois grupos de tratamento de 28 placas para cada volume e dentro de cada volume, quatro placas para cada densidade, incluindo a testemunha.

A aplicação foi feita com o auxílio de um borrifador previamente quantificado quanto ao volume borrifado. No primeiro tratamento contendo 28 placas de petri, aplicou-se 1 mL para cada densidade em 4 repetições, deixando 4 repetições como testemunha na qual se aplicou água deionizada. O mesmo foi feito com o tratamento de 2 mL, aplicando-os em 4 repetições para cada densidade e deixando 4 placas como testemunha.

Em seguida, todas as 56 placas permaneceram na câmara de germinação com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 12 horas, sendo quantificado diariamente o número de sementes germinadas e com os referidos dados calculou-se a velocidade de germinação (IVG), utilizando a seguinte fórmula:

$$IVG = (7 \cdot X + 4 \cdot X + 3 \cdot X + 2 \cdot X) / 7$$

Sendo: X = o número de sementes que germinaram no segundo dia, terceiro, quarto e sétimo dia, respectivamente (PANDE et al., 1986 apud PUTNAM, 1986).

Para o ensaio em pós-emergência, foram utilizados 35 copos de plástico de 300 mL contendo uma mistura de terra, areia e esterco na proporção (1:1:1). Em seguida, foram transplantadas duas mudas de *P. maximum* com 35 dias após a germinação em cada copo plástico. Foi utilizado como tratamento a aplicação de 2 mL de solução oriunda da germinação das diferentes densidades (1, 2, 5, 10, 15 e 20), com o auxílio de um pulverizador manual previamente calibrado quanto ao volume borrifado. Os 35 copos foram divididos em 5 repetições para cada tratamento e 5 repetições referentes às testemunhas, sendo borrifados 2 mL de água deionizada. No dia da aplicação a temperatura era de 21°C, com umidade relativa de 57% e velocidade do vento de 14 km h⁻¹. Após a aplicação da solução, as mudas permaneceram por 21 dias nos copos plásticos, sendo feitas três avaliações quanto ao número de perfilhos, número de folhas e comprimento da planta.

3.7 Aplicação pós-emergência inicial de extrato oriundo da folha da *C. juncea* em plantas de *P. maximum*

Para o ensaio, foram utilizados 30 copos de plástico de 300 mL contendo areia como substrato, nos quais semeou-se *P. maximum*. O material utilizado nesta etapa de produção do bioextratos foram as partes aéreas das plantas coletadas nos experimentos 3.3 e 3.4.

Os extratos foram confeccionados com o auxílio de um liquidificador (Siemens), no qual foram colocados 100 gramas de massa verde e 600 mL de

água deionizada. Em seguida, foram realizados dois ciclos de trituração de três minutos cada, após os quais o extrato foi peneirado e filtrado à vácuo. Estes extratos obtidos foram designados como 100%, sendo posteriormente diluídos para as seguintes concentrações: 12,5, 25, 50, 75% e 100%, utilizando a água deionizada (0%) como testemunha. Os extratos assim obtidos foram caracterizados quanto ao pH (Quimis/Q-400BI), osmolalidade (Wescor, 5500), teor de sólidos solúveis (°Brix) e condutividade (Analion/C708-Plus), os valores estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Valores de pH, osmolalidade, teor de sólidos solúveis (°Brix) e condutividade do extrato da parte aérea de *Crotalaria juncea*.

Características	Concentrações (%)					
	0	12,5	25	50	75	100
pH	7,2	6,95	6,97	7	7,04	7,06
Osmolalidade (mmol/kg)	234	244	247	257	264	268
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	0	0	0	0,5	1	1
Condutividade (mS)	0,19	0,62	0,99	1,78	2,41	3

A aplicação dos extratos foi feita aos 14 dias após a emergência do *P. maximum*, sendo que os copos foram divididos em cinco repetições para cada tratamento nas concentrações 12,5, 25, 50, 75 e 100%, aplicando 2 mL do extrato para cada tratamento, deixando também cinco repetições como testemunha na qual aplicou-se 2 mL de água deionizada por planta. A

aplicação foi feita com o auxílio de um borrifador previamente calibrado quanto ao volume aplicado e, no dia da aplicação, foi verificado que a temperatura estava em 23°C, com umidade relativa de 51% e velocidade do vento de 13 km h⁻¹. Após a aplicação do extrato, as mudas permaneceram por 28 dias nos copos plásticos, sendo feitas quatro avaliações em intervalos de 7 dias quanto ao número de perfilhos, número de folhas e comprimento da planta.

3.8. Análise dos dados

A normalidade dos dados e homocedasticidade das variâncias foram verificadas pelo teste de Lilliefors e Bartlett ao nível de significância $\alpha = 0,05$. Verificada a normalidade dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS

4.1 Germinação do *P. maximum* em contato com solução oriunda da germinação das espécies *C. juncea*, *C. breviflora*, *C. ochroleuca* e *C. spectabilis*

Analisando a velocidade de germinação de *P. maximum* em contato com a solução oriunda da germinação das quatro espécies (Tabela 4), observa-se que existe diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparada as espécies; também houve diferença entre a espécie de *C. juncea* ($p < 0,05$) e as espécies de *C. spectabilis*, *C. ochroleuca* e *C. breviflora*. O valor IVG comparado com a testemunha obteve 89,8% de diferença com a *C. juncea* e 40,7% da observada em *C. spectabilis* e *C. ochroleuca*, que não diferenciaram entre si e por sua vez foram 82,7% maiores que a da *C. juncea*, o que mostra que dentre os tratamentos foi a espécie que mais reduziu a velocidade de germinação de *P. maximum*.

Tabela 4. Efeito da solução oriunda da germinação de *C. juncea*, *C. spectabilis*, *C. ochroleuca* e *C. breviflora* na velocidade e na porcentagem de germinação de *P. maximum*.

Espécies	Variáveis	
	IVG	G%
Testemunha	37,94±7,21a	96,00±23,30a
<i>C. spectabilis</i>	25,54±3,70ab	65,25±8,22b
<i>C. ochroleuca</i>	19,44±4,00bc	54,00±10,60b
<i>C. breviflora</i>	24,40±5,00b	61,00±60b
<i>C. juncea</i>	3,87±3,26c	8,00±6,53c

CV (%)	36,19	37,07
F	25,92**	25,02**

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ns = não significativo pelo teste F; ** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Quanto à porcentagem de germinação de *P. maximum* em contato com a solução oriunda da germinação das quatro espécies, também ocorreu diferença significativa ($p < 0,005$) quando comparada a testemunha e os tratamentos com as quatro espécies, também ocorrendo diferença entre *C. juncea* em relação à *C. spectabilis*, *C. ochroleuca* e *C. breviflora*.

A porcentagem de germinação das testemunhas foi de 96%, enquanto a germinação com o solução de *C. spectabilis*, *C. ochroleuca* e *C. breviflora*, que não diferenciaram entre si, foi de 60,0%, ou seja, houve uma redução na germinação de *P. maximum* de 37,4% com a utilização da solução da germinação destas três espécies. Já *C. juncea* proporcionou germinação de apenas 8%, sendo a espécie dentre os tratamentos que foi mais inibitória à germinação de *P. maximum*, causando uma redução de 91,7%.

Em virtude desse resultado, deu-se prosseguimento aos demais experimentos utilizando apenas a *Crotalaria juncea*.

4.2. Desenvolvimento da radícula e hipocótilo do *P. maximum* em solução oriunda da germinação da *C. juncea*

Analisando o crescimento radicular e massa seca do *P. maximum* em contato por 7 dias com a solução oriunda da germinação de *C. juncea* (Tabela 5), não houve efeito significativo ($p > 0,05$) nas densidades 1, 2 e 5, em relação

à testemunha. Nas densidades 1 e 2, embora tenha ocorrido um acréscimo de 0,10 cm e 0,44 cm no comprimento radicular, respectivamente, não houve diferença estatística entre os tratamentos. Já nas densidades 10, 15 e 20, houve diferença significativa ($p < 0,05$) no comprimento radicular quando comparada à testemunha e às densidades de 1, 2 e 5, sendo que nos últimos tratamentos não foi possível fazer a medição das raízes, pois elas se encontravam degradadas pelo efeito do extrato da *C. juncea* e, dessa forma, as densidades 10, 15 e 20 se mostraram mais efetivas na supressão do crescimento radicular de *P. maximum*.

Tabela 5. Efeito da solução oriunda da germinação de *C. juncea* nas densidades de 1, 2, 5, 10, 15 e 20 sementes sobre o crescimento radicular e a massa seca de plântulas de *P. maximum*.

Densidade	Variáveis		
	Comprimento radicular antes (cm)	Comprimento radicular após (cm)	Massa Seca (g)
0	7,62±1,23a	8,10±1,83a	0,022±0,004a
1	7,06±2,30a	7,16±2,00a	0,019±0,005a
2	6,16±1,85a	6,60±1,30a	0,020±0,002a
5	7,75±3,30a	7,20±2,10a	0,012±0,004a
10	10,00±5,00a	0,00±0,00b	0,011±0,004b
15	6,75±2,28a	0,00±0,00b	0,008±0,001b
20	6,38±3,17a	0,00±0,00b	0,006±0,001b
CV (%)	39,06	53,47	46,58
F	0,76 ^{ns}	22,62 ^{**}	17,40 ^{**}

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ns = não significativo pelo teste F; ** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Quando avaliada a massa seca, verificou-se a mesma situação descrita para o comprimento radicular, não obtendo diferença significativa ($p>0,05$) entre a testemunha e as densidades 1, 2 e 5. Já nos últimos tratamentos foi observada diminuição na massa seca, as plântulas presentes na água de germinação oriunda de 10, 15 e 20 sementes de *C. juncea* (somente parte aérea) apresentaram uma massa seca 64% menor que a da testemunha, mostrando que quanto maior a densidade maior foi o efeito inibitório sobre as plântulas de *P. maximum*.

4.3 Desenvolvimento de *P. maximum* com semeadura em vasos com diferentes densidades de *C. juncea*.

Analisando o desenvolvimento do *P. maximum* em convivência desde a semeadura com densidades crescentes de *C. juncea* (Tabela 6), não se constatou diferença significativa ($p>0,05$) para número de perfilhos, quando comparado aos valores da testemunha com os dos tratamentos. Os valores obtidos na testemunha, oriundo de uma semente de *P. maximum*, foi de 12 de perfilhos, enquanto convivendo com uma planta de *C. juncea* foi encontrado valor de 8 perfilhos, também apresentando o mesmo valor de 8 perfilhos com duas e três plantas, respectivamente. Ou seja, apesar de não haver diferença estatística, foi possível observar que quanto maior a densidade de plantas de *C. juncea* houve tendência de redução no número de perfilhos em *P. maximum*.

Quanto à massa seca de *P. maximum*, verificou-se diminuição significativa ($p<0,05$), no primeiro tratamento que continha apenas uma planta de *P. maximum* isolada verificou-se valor de 24 g, sendo 57,5% maior, que as densidades 2 e 3 plantas, que por sua vez não diferenciaram entre si e nem da

densidade de uma planta de *C. juncea*, portanto quanto maior a densidade de *C. juncea*, menor será o acúmulo de massa seca pelo *P. maximum*.

Tabela 6. Efeito da densidade de *C. juncea* no número de perfilhos e massa seca da parte aérea de *P. maximum* aos 33 dias de convivência

Densidade Plantas/vaso	Variáveis	
	Nº de Perfilhos	Massa Seca (g)
0	12,00±2,80a	24,00±9,30a
1	8,00±1,50a	16,80±4,10ab
2	8,00±2,80a	9,80±1,70b
3	8,00±4,10a	10,60±5,40b
CV (%)	30,35	42,74
F	2,28 ^{ns}	6,37 ^{**}

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ns = não significativo pelo teste F; ** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

4.4. Desenvolvimento de *P. maximum* com transplante em vasos com diferentes densidades de *C. juncea*.

Analisando o desenvolvimento de *P. maximum* 33 dias após o transplante (convivência), os resultados obtidos não mostraram diferenças significativas ($p > 0,05$) quando comparada a testemunha e os diferentes tratamentos, tanto para número de perfilhos e como para massa seca da parte aérea das plantas (Tabela 7). No primeiro tratamento, que continha apenas a planta de *P. maximum*, observou-se 11 perfilhos e 28,8 g de massa seca, sendo observada apenas tendência de redução nestas variáveis com as duas maiores densidade de *C. juncea*.

Tabela 7. Efeito da densidade da *C. juncea* no número de perfilhos e massa seca de *P. maximum* aos 33 dias de convivência

Densidade	Nº de Perfilhos	Massa Seca (g)
-----------	-----------------	----------------

Plantas/vaso		
0	11,00±4,10a	28,80±11,40a
1	11,00±1,40a	31,50±6,00a
2	9,00±3,30a	20,00±6,60a
3	10,00±3,30a	22,50±4,80a
CV (%)	36,34	41,78
F	0,85 ^{ns}	1,53 ^{ns}

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ns = não significativo pelo teste F.

4.5 Bioensaio com extrato aquoso da folha da *C. juncea* aplicado em *P. maximum*

Analisando o índice de velocidade e porcentagem de germinação do *P. maximum* (Tabela 8) em contato com o extrato da folha da *C. juncea*, foi observado que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) para todos os tratamentos em relação à testemunha. A valor IVG obtido na testemunha foi de 35,75, reduzindo com o aumento da concentração, sendo que os tratamentos com concentração 75% e 100% não apresentam valores, pois não houve germinação das sementes.

A porcentagem de germinação na testemunha foi de 48%, assemelhando-se ao tratamento com concentração 12,5%, após o qual a redução foi paulatina, chegando a 0% com concentração a 75% e 100%. Ao analisar os valores encontrados para cada tratamento, foi possível verificar que quanto maior a concentração menor foi a velocidade e porcentagem de germinação, até o ponto em que ocorreu a total supressão do *P. maximum*.

Tabela 8. Efeito de concentrações do extrato aquoso da folha de *C. juncea* na velocidade e na porcentagem de germinação de *P. maximum* aos 7 dias após a semeadura

Concentração (%)	Variáveis	
	IVG	G%
0	35,75±2,36a	48,00±19,00a
12,5	23,25±2,74b	30,50±2,00ab
25	17,60±4,76c	27,00±7,00bc
50	6,20±1,24d	8,50±1,00cd
75	0,00±0,00e	0,00±0,00d
100	0,00±0,00e	0,00±0,00d
CV (%)	66,35	45,69
F	131,85**	21,68**

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

4.6. Aplicação de solução oriunda da germinação da *C. juncea* em pré-germinação e pós-emergência do *P. maximum*

4.6.1 Aplicação em pré-germinação

Analisando a velocidade e a porcentagem de germinação (Tabela 9) foi observado que as aplicações da solução obtida de diferentes densidades de *C. juncea* não proporcionaram diferença significativa ($p > 0,05$).

Tabelas 9. Efeito da solução oriunda da germinação de *C. juncea* em densidades crescentes na velocidade e na porcentagem de germinação de *P. maximum* aos 7 dias após a semeadura.

Densidade (sem./placa)	Volume 1 mL	
	IVG	G%

0	33,50±1,10a	67,00±4,00a
1	33,30±2,20a	66,00±5,20a
2	31,00±5,40a	61,00±13,20a
5	29,30±5,60a	59,00±12,00a
10	30,70±2,20a	61,00±4,00a
15	33,40±4,20a	67,00±5,00a
20	27,10±4,70a	56,00±9,20a
CV (%)	15,39	13,43
F	1,47 ^{ns}	1,08 ^{ns}
Densidade	Volume 2 mL	
0	34,30±5,20a	65,00±11,50a
1	24,40±3,00a	51,00±9,50a
2	23,60±3,60a	49,0±5,00a
5	30,00±2,20a	61,00±6,00a
10	27,60±5,00a	56,00±9,80a
15	33,30±10,00a	57,00±10,50a
20	24,70±4,00a	52,00±12,60a
CV (%)	33,57	16,74
F	2,75 ^{ns}	1,41 ^{ns}

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ns = não significativo pelo teste F.

4.6.2 Aplicação em pós-emergência

De forma semelhante, a aplicação em pós-emergência da solução oriunda da germinação de densidades crescentes de *C. juncea* não proporcionou efeito significativo sobre o número de folhas e número de perfilhos do *P. maximum* (Tabela 10), avaliados aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação. Contudo, o comprimento das plantas foi reduzido significativamente quando se utilizou o líquido das germinações com 15 e 20 sementes quando comparados à testemunha, enquanto as demais densidades apresentaram

comportamento intermediário, sem diferenciarem da testemunha e nem das duas maiores densidades.

Tabela 10. Efeito da solução oriunda da germinação de densidades crescentes de *C. juncea* sobre o número de folhas, comprimento da planta e número de perfilhos de *P. maximum* e valores médios das densidades 7, 14 e 21 dias após a aplicação.

Densidades (sem/placa)	Variáveis		
	Nº de folha	Comp. (cm)	Nº de perfilhos
0	5,40±0,92a	8,53±2,95a	2,00±0,62a
1	5,26±0,71a	8,04±2,91ab	2,00±0,56a
2	5,40±1,45a	7,32±2,9ab	2,00±0,66a
5	5,53±1,26a	6,75±3,35ab	2,00±0,71a
10	5,06±0,93a	7,50±3,19ab	2,00±0,81a
15	4,66±1,06a	6,15±2,70b	2,00±0,83a
20	4,73±1,09a	6,36±3,17b	2,00±0,73a
CV (%)	20,28	39,73	20,20
F	1,91 ^{ns}	2,47*	1,04 ^{ns}
DAA	Valores Médios das Densidades		
	Nº de folha	Comp. (cm)	Nº de perfilhos
7	4,37±0,74c	4,58±1,70c	2,00±0,52b
14	5,25±0,73b	7,06±2,15b	2,00±0,55b
21	5,82±1,23a	10,06±2,53a	3,00±0,75a
CV (%)	20,28	39,73	20,20
F	40,53**	113,5**	34,23**

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ns = não significativo pelo teste F; * = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Nos valores médios das densidades descritos nas Tabela 10, pode-se observar que as plantas de capim-colonião continuaram a crescer no intervalo

de 7 a 21 dias após a aplicação, apresentando aumento no comprimento e no número de folhas.

4.7 Aplicação pós-emergência inicial de extrato oriundo da folha da *C. juncea* em plantas de *P. maximum*

Avaliando o comprimento das plantas, já se verificou efeito inibitório dos extratos de *C. juncea* a partir da concentração de 12,5%, sendo o efeito mais acentuado com a concentração de 75% e 100% em todo o período avaliado (tabelas 12, 13 e 14), contudo a concentração de 75% se mostrou a mais eficiente na diminuição do comprimento durante todo o período. Por outro lado, os extratos não afetaram o número de perfilhos por planta durante todo o período avaliado (Tabelas 12,13 e 14).

Verificou-se que o número de folhas de *P. maximum* foi reduzido com a aplicação do extrato da parte aérea de *C. juncea* nas concentrações de 75 e 100% aos 21 DAA (tabela 13), sendo o efeito mais acentuado na concentração de 75% aos 14 e aos 21 DAA. Os efeitos da concentração de 50% foram observados apenas aos 14 DAA, se aproximando do efeito da concentração em 100%, porém não se manteve na avaliação seguinte. Já os efeitos da concentração de 12,5% se aproximou estatisticamente da concentração de 100% aos 28 DAA, porém não obteve diferença em relação à concentração de 75% em nenhum período avaliado.

Tabela 12. Efeito das diferentes concentrações do extrato aquoso da folha de *C. juncea* no número de folhas, comprimento e número de perfilhos de *P. maximum* e valores médios aos 14 dias após a aplicação.

Concentração (%)	Variáveis - 14 DAA		
	N° de folhas	Comp. (cm)	N° de perfilho
0	3,00±0,22a	1,35±0,22a	0,10±0,20a
12,5	3,00±0,00a	1,11±0,21b	0,00±0,00a
25	3,00±0,27a	1,04±0,18ab	0,00±0,00a
50	2,00±0,44ab	0,67±0,14bc	0,00±0,00a
75	1,80±1,03b	0,47±0,30c	0,00±0,00a
100	2,00±0,35ab	0,29±0,10c	0,00±0,00a
CV (%)	24,94	31,45	29,30
F	4,68**	20,41**	1,00 ^{ns}

Valores Médios das Concentrações - 14 DAA			
	N° de folhas	Comp. (cm)	N° de perfilho
	2,60ab	0,82bc	0,020ab
CV (%)	28,91	40,21	36,74
F	9,50**	36,28**	0,59**

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ns = não significativo pelo teste F; ** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 13. Efeito das diferentes concentrações do extrato aquoso da folha de *C. juncea* no número de folhas, comprimento e número de perfilhos de *P. maximum* e valores médios aos 21 dias após a aplicação.

Concentração (%)	Variáveis - 21 DAA		
	N° de folhas	Comp. (cm)	N° de perfilho
0	3,00±0,22a	1,44±0,17a	0,10±0,20a
12,5	2,00±0,55ab	1,20±0,21ab	0,00±0,00a
25	3,00±0,00a	1,09±0,21abc	0,00±0,00a
50	3,00±0,42a	0,77±0,15bcd	0,00±0,00a
75	1,00±1,20b	0,48±0,44d	0,00±0,00a
100	2,00±0,27ab	0,69±0,20cd	0,40±0,50a
CV (%)	32,55	28,33	42,60

F	5,56**	10,17**	2,20 ^{ns}
---	--------	---------	--------------------

Valores Médios das Concentrações - 21 DAA

	Nº de folhas	Comp. (cm)	Nº de perfilho
	2,00b	0,94ab	0,080ab
CV (%)	28,91	40,21	36,74
F	9,50**	36,28**	0,59**

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ns = não significativo pelo teste F; ** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 14. Efeito das diferentes concentrações do extrato aquoso da folha de *C. juncea* no número de folhas, comprimento e número de perfilhos de *P. maximum* e valores médios aos 28 dias após a aplicação

Concentração (%)	Variáveis – 28 DAA		
	Nº de folhas	Comp. (cm)	Nº de perfilho
0	3±0,44a	1,43±0,17a	0,10±0,22a
12,5	3±0,22a	1,25±0,18ab	0,00±0,00a
25	3±0,27a	1,15±0,11ab	0,20±0,27a
50	3±0,43a	0,80±0,12bc	0,30±0,45a
75	2±1,84a	0,54±0,524c	0,20±0,27a
100	3±0,00a	0,80±0,12bc	0,00±0,00a
CV (%)	29,00	34,50	42,70
F	1,81 ^{ns}	9,16**	1,10 ^{ns}

Valores Médios das Concentrações - 28 DAA

	Nº de folhas	Comp. (cm)	Nº de perfilho
	3,00a	0,99a	0,10a
CV (%)	28,91	40,21	36,74
F	9,50**	36,28**	0,59**

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ns = não significativo pelo teste F; ** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

A análise no tempo (tabela 15) demonstrou que houve um crescimento significativo das plantas principalmente quando se compara os dados de número de folhas, comprimento das plantas e número de perfilhos aos 7 dias após a aplicação com os de 28 dias.

Tabela 15. Efeito do extrato aquoso da folha de *C. juncea* no número de folhas, comprimento e número de perfilhos de *P. maximum* dos 7 aos 28 dias após a aplicação - DAA (valores médios das concentrações).

DAA	Variáveis		
	Nº de folha	Comp. (cm)	Nº de perfilho
7	2,00b	0,68c	0,00b
14	2,60ab	0,82bc	0,020ab
21	2,00b	0,94ab	0,080ab
28	3,00a	0,99a	0,10a
CV (%)	28,91	40,21	36,74
F	9,50**	36,28**	0,59**

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

5. DISCUSSÃO

Na avaliação do potencial alelopático de *C. juncea*, *C. spectabilis*, *C. ochroleuca* e *C. breviflora*, foi possível observar que *C. juncea* proporcionou a maior redução na velocidade (IVG) e na porcentagem de germinação (G%) do *P. maximum*. Os experimentos seguintes que avaliaram tanto o IVG e G%, quanto o comprimento de radícula, também mostraram essa capacidade da *C. juncea* em inibir ou retardar a germinação e desenvolvimento do *P. maximum*. O maior potencial alelopático expressado pela *C. juncea* pode ser em decorrência da presença de flavonoides, alcaloides, terpenoides e ácido hidroxicinâmico em maior quantidade que as outras espécies, além da interação entre estes compostos poder indicar maior toxicidade (VERMA et al., 2021; MELO et al., 2020).

Levando em consideração os valores da osmolalidade, do pH, teor de sólidos solúveis e condutividade dos extratos e da solução oriunda da germinação, é possível supor que a atuação supressora é em decorrência da presença de aleloquímicos. Segundo estudos realizados por Rugare e colaboradores (2021), os extratos produzidos a partir das folhas são muito mais eficientes que os extratos produzidos a partir das raízes e caules, podendo isso explicar os resultados obtidos nos experimentos nos quais foram utilizadas as folhas (4.5 e 4.7), comparando-se o nível de supressão da *C. juncea* referentes aos extratos produzidos da solução oriunda de germinação (4.1 e 4.2).

Verma et al. (2021) verificam que a *C. juncea* possui em sua composição compostos alelopáticos dos grupos dos fenóis e terpenos, que atuam diretamente na ruptura de enzimas metabólicas envolvidas na glicólise e via oxidativa das pentoses fosfatos; além disso, os terpenos são principais

atuantes na inibição do trifosfato de adenosina (ATP), o que interrompe o metabolismo da planta ao formar um complexo com proteínas. Também, sua presença é verificada por meio da inibição da respiração, situação a qual foi observada neste trabalho quando verificou-se a interrupção da germinação e desenvolvimento de plântulas e plantas nos experimentos 4.1, 4.2, 4.5 e 4.7, principalmente no ensaio conduzido para verificar o desenvolvimento radicular de plântulas de *P. maximum* em contato com a solução oriunda da germinação da *C. juncea* (4.2), até mesmo não sendo possível avaliar o comprimento das raízes nas maiores densidades já que se encontravam degradadas pela atuação da solução.

O experimento conduzido com semeadura em vasos (4.3), assemelha-se a mesma situação descrita por Timossi (2012), que verificou a supressão do adubo verde em relação à diferentes plantas daninhas, retratando diminuição no acúmulo de biomassa seca. Nos estudos de Monquero et al. (2009), Moreira et al. (2012) e Jalali (2021), também foi verificado efeito supressor de adubos verdes em plantas daninhas, mostrando que *C. juncea* tem potencial na diminuição no acúmulo de biomassa seca de *P. maximum*.

Mesmo que *C. juncea* apresente potencial alelopático no controle de plantas daninhas e na diminuição no acúmulo de biomassa, segundo Blaise (2020), a quantidade de aleloquímicos é um diferencial no controle efetivo da planta daninha, o que nos mostra que por mais que tenha efeito na diminuição na massa seca, nos experimentos feitos em vaso (4.3 e 4.4) a densidade de *C. juncea* não foi o suficiente para um controle efetivo de *P. maximum*, sendo possível observar nos diferentes tratamentos que continuou a se desenvolver e a perfilhar de forma semelhante à testemunha.

Com transplante em vasos (4.4) um dos fatores que pode ter contribuído para que não houvesse supressão do *P. maximum* seria que, por mais que o mesmo apresente crescimento inicial lento (WEBER, 1984), foi transplantado juntamente com a *C. juncea* aos 30 DAS, o que anulou o efeito do crescimento acelerado da *C. juncea* que geraria competição por recursos com o *P. maximum*, também interferindo na atuação alelopática, já que não conviveram desde a sementeira. Segundo Weston e Duke (2003), os compostos alelopáticos liberados pelo sorgo, inibem o desenvolvimento de plantas daninhas quando aplicados em estágio inicial de desenvolvimento. Isso pode indicar que o mesmo aconteceu quando *C. juncea* não controlou *P. maximum* no período em que ambas conviveram, pois a atuação alelopática seria mais intensa no estágio inicial de *P. maximum*, indo de concordância com os ensaios que houve aplicação de extrato e da solução oriunda da germinação (4.1, 4.2, 4.5 e 4.7) em sementes e em plântulas em que observou-se maior supressão do *P. maximum*, também aliando aos dados do experimento em que ocorre a convivência desde a sementeira (4.3), em que houve um decréscimo no acúmulo de massa seca, mesmo que não tenham diferido estatisticamente.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração é que durante o experimento com transplantes em vasos (4.4) aplicou-se ureia para o fornecimento de nitrogênio, e *P. maximum* responde bem à adubação nitrogenada (CALDAS et al. 2020), nutriente este que está intimamente relacionado a massa seca e ao perfilhamento. Avaliando-se que não houve interferência acentuada por alelopátia e ocorrendo fornecimento de ureia, infere-se que *P. maximum* estava em pleno desenvolvimento, inclusive chegando a sombrear a *C. juncea*.

No experimento 4.6 foi possível observar que a época de aplicação e tratamento interferem diretamente na supressão do desenvolvimento do *P. maximum*. O experimento tardio no qual aplicou-se a solução oriunda da germinação de diferentes densidades de *C. juncea* não obteve diferença em relação à testemunha nos dois volumes testados e nas diferentes densidades, demonstrando que a quantidade de aleloquímicos presentes na solução oriunda da germinação não foi o suficiente para suprimir uma planta que já está em crescimento vegetativo avançado (35 DAE). O mesmo não aconteceu com o experimento com aplicação em pós-emergência inicial com aplicação de extrato da parte aérea (4.7), pois a planta ainda estava no início de seu desenvolvimento vegetativo (14 DAE) e o extrato da parte aérea se mostrou mais efetivo no controle, corroborando o descrito e também com Rugare e colaboradores (2021), que relataram maior eficiência dos extratos produzidos a partir de folhas, entretanto o extrato aplicado precocemente em plantas de *P. maximum* apenas retardou o desenvolvimento, não ocorrendo a completa supressão ou manutenção do efeito sobre a planta. Indicando que de fato o efeito dos compostos alelopáticos em quantidade serão mais efetivos sobre a semente da planta de *P. maximum*.

6. CONCLUSÕES

O líquido da germinação da *C. juncea* foi mais inibitório na germinação de *P. maximum* do que os de *C. brevilifora*, *C. ochroleuca* e *C. spectabilis*.

Com o aumento na densidade de semeadura de *C. juncea* houve aumento do efeito inibitório da solução sobre a germinação de *P. maximum*.

Quando ocorreu a convivência entre as duas espécies desde a semeadura, quanto maior a densidade da *C. juncea* maior foi o efeito inibitório sobre *P. maximum*.

O extrato aquoso da folha da *C. juncea* afetou negativamente o desenvolvimento de *P. maximum*, sobretudo quando feita a aplicação em pós-emergência inicial.

REFERÊNCIAS

- ABDIN, O. A.; ZHOU, X. M.; CLOUTIER, D.; COULMAN, D. C.; FARIS, M. A.; SMITH D. L. Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize (*Zea mays*). **European Journal of Agronomy**, v. 12, n. 2, p. 93-102, 2000.
- ADLER, M. J.; CHASE, C. A. Comparison of the allelopathic potential of leguminous summer cover crops: Cowpea, sunn hemp, and velvetbean. **HortScience**, v. 42, p. 289–293, 2007.
- BARDUCCI, R. S; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, É., PUTAROV, T. C.; SARTI, L. M. N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.
- BLAISE, D.; MANIKANDAN, A.; VERMA, P.; NALAYINI, P.; CHAKRABORTY, M.; KRANTHI, K. R. Allelopathic intercrops and its mulch as an integrated weed management strategy for rainfed Bt-transgenic cotton hybrids. **Crop Protection**, v. 135, 2020.
- BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. de. Biologia de Plantas Daninhas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. Biologia e manejo de plantas daninhas. PR: Omnipax, p.1-36, Curitiba, 2011.
- CALDAS, M. B.; DINIZ, J. P; SILVA, A. J. da; BAIO, S. P. S; BORGES, M. C. E. Z; NOGUEIRA, K. B.; ROQUE, C. G.; TEODORO, P. E. Forms of nitrogen fertilizer application in *Panicum maximum*. **Bioscience Journal**. v. 36, n. 1, p. 23-29, Uberlândia, 2020.
- CARVALHO, M. L.; VANOLLI, B. da S.; SCHIEBELBEIN, B. E.; BORBA, D. A. de; LUZ, F. B. da; CARDOSO, G. M.; BORTOLO, L. de S.; MAROSTICA,

- M. E. M.; SOUZA, V. S. **Guia prático de plantas de cobertura: aspectos filotécnicos e impactos sobre a saúde do solo**. Esalq, [S.L.], p. 1-128, 8 abr. 2022. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz.
- CARVALHO, S. J. P.; LÓPEZ-OVEREJO, R. F.; MOYSÉS, T. C.; CHAMMA, H. M. C. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Identificação de biótipos de *Bidens* spp. resistentes aos inibidores da ALS através de teste germinativo. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 411-417, 2004.
- COLE, S. D. **Allelopathic effects of *Crotalaria juncea***. MA thesis, University of South Dakota, Vermillion, SD. p. 1–2, 20–21, 2006.
- DINARDO, W.; TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P.L.C.A.; PITELLI, R. A. Efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq. sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, n. 64, p. 59-68, 2003.
- ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. **Adubação Verde: estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica: EMBRAPA-CNPAB, 20 p. (EMBRAPA-CNPAB. Documentos, 42), 1997.
- FLORES, A. S.; TOZZI, A. M. G. A. Phytogeographical patterns of *Crotalaria* species (Leguminosae-Papilionoideae) in Brazil. **Rodriguésia**, v.59, n.3, p.477- 486, 2008.
- FREITAS, K. R.; BENEVAL, R.; RUGGIERO, J. A.; NASCIMENTO, J. L. do; HEINEMAM, A. B.; FERREIRA, P. H.; MACEDO, R. Avaliação do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 27, n. 1, p. 83-89, 2005.

- INOMOTO, M. M.; MACHADO, A. C. Z.; ANTEDOMÊNICO, S. R. Reação de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* a *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, 32:341-344. 2007.
- JALALI, Z.; FALAHZADAH, M. H. Effect of sunnhemp (*Crotalaria juncea* L.) green manuring on weed dynamics in puddled transplanted rice-based systems. **Egyptian Journal of Agricultural Research**, p. 314-323, 2021.
- KHAN, Z. R.; MIDEGA, C. A. O.; BRUCE, T. J. A.; HOOPER, A. M. A.; PICKETT, J. A. Exploiting phytochemicals for developing a push-pull' crop protection strategy for cereal farmers in Africa. **Journal of Experimental Botany**, v. 61, n. 15, p. 4185–4196, 2010.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985. 492p.
- KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLET, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da Cana-de-açúcar III – capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, p. 37-44, 2003.
- LOU, Y.; DAVIS, A. S.; YANNARELL, A. C. Interactions between allelochemicals and the microbial community affect weed suppression following cover crop residue incorporation into soil. **Plant and Soil**, v. 399, n. 1-2, p. 357–371, 2016.
- MALLMANN, G.; VERZIGNASSI, J. R.; FERNADES, C. D.; SANTOS, J. M.; VECHIATO, M. H.; INÁCIO, C. A.; BATISTA, M. V.; QUEIROZ, C. A. Fungos e nematoides associados a sementes de forrageiras tropicais. **Summa Phytopathologica**, v.39, n.3, p.201-203, 2013.

- MCERLICH, A. F.; BOYDSTON, R. A. Current state of weed management in organic and conventional cropping systems. **In:** Automation: the future of weed control in cropping systems (pp. 11-32). Springer, Dordrecht, 2014.
- MEDEIROS, W. N.; MELO, C. A. D; TIBURCIO, R. A. S.; SILVA, G. S. da; MACHADO, A. F. L.; SANTOS, L. D. T.; FERREIRA, F. A. Crescimento inicial e concentração de nutrientes em clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* sob interferência de plantas daninhas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 147-157, 2016.
- MELO, R. W. N. de; ANDREANI, L.; RIBEIRO, J. A. de A.; RODRIGUES, C. M. Avaliação do perfil metabólico de extratos aquosos e hidroalcoólicos de sementes de *Crotalaria* spp. **In:** ENCONTRO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA EMBRAPA AGROENERGIA, 6, 2020, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF: Embrapa, 2020.
- MIYASAKA, S.; CAMARGO, O.A.; CAVALERI, P. A.; GODOY, I. J.; WERNER, J.C.; CURI, S.M; LOMBARDI NETO, F.; MEDINA, J.C.; CERVELLINI, G.S.; BULISANI, E.A. Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo. **In:** Fundação Cargill, 2 ed., p. 138, Campinas, 1984.
- MOLISCH, H. **Der Einfluss Einer Pflanze Auf Die Andere-allelopathie**. Jena: Fischer, 1937.
- MONQUERO, P. A.; AMARAL, L. R.; INACIO, E. M.; BRUNHARA, J. P.; BINHA, D. P.; SILVA, P. V.; SILVA, A. C. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.

MOREIRA, J. A. A.; KARAM, D.; PEREIRA FILHO, I. A.; GUIMARÃES, D. P.

Espaçamento de *Crotalaria juncea* L. no controle de plantas daninhas visando o cultivo subsequente do milho orgânico no sistema de plantio direto. XXVIII CBCPD, Biologia das Plantas Daninhas, Campo Grande, 2012.

MORRIS, J. B.; CHASE, C.; TREADWELL, D.; KOENING, R.; CHO, A.; MORALES-PAYAN, J. P.; MURPHY, T.; ANTONIOUS, G. F. Effect of sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) cutting date and planting density on weed suppression in Georgia, USA. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v. 50, n. 8, p. 614–621, 2015.

MUONI, T.; MHLANGA, B. Weed management in Zimbabwean smallholder conservation agriculture farming sector. **Asian Journal of Agriculture and Rural Development**, v. 4, p. 267–276, 2014.

NICHOLS, V.; VERHULST, N.; COX, R.; GOVAERTS, B. Weed dynamics and conservation agriculture principles: a review. **Field Crops Research**, v. 183, p. 56–68, 2015.

NORSWORTHY, J. K.; McCLELLAND, M.; GRIFIFITH, G.; BANGARWA, S. K.; STILL, J. Evaluation of cereal and brassicaceae cover crops in conservation-tillage, enhanced, glyphosate-resistant cotton. **Weed Technology**, v. 25, n. 1, p. 6–13, 2011.

PANDE, P. C.; DEBLISH, P. K.; JAIN, D. K. (1980) *apud* PUTNAM, A. R. & TANG, C. S. **The Science of allelopathy**, p. 136, New York, John Wiley & Sons, 1986.

- PETRY, G. L. **Atividade fitotóxica de extratos e exsudatos radiculares de *Guilandina bonduc* (Fabaceae)**. 106 f., il. Dissertação (Mestrado em Botânica) —Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- PEZZOPANE, J. R. M.; SANTOS, P. M.; EVANGELISTA, S. R. M; BOSI, C.; CAVALCANTE, A. C. R; BETTIOL, G. M.; GOMIDE C. A. de M.; PELLEGRINO, G. Q. *Panicum maximum* cv. Tanzânia: climate trends and regional pasture production in Brazil. **Forage Science: The Journal of the British Grassland Society**, 2016.
- PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. **In:** OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 2011.
- PUTNAM, A. R. Weed Allelopathy. **In:** Duke, S.O., (Ed.). *Weed Physiology*. Boca Raton, EUA: CRC Press, p. 131-155, 1987 *apud* PIRES, N. M. et al., 2011.
- QUEIRÒZ, C. A.; FERNANDES, C. D.; VERZIGNASSI, J. R.; VALLE, C. B.; JANK, L.; MALLMANN, G.; BATISTA, M. V. Reação de acessos e cultivares de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* à *Pratylenchus brachyurus*. **Summa Phytopathologica**, v.40, n.3, p.226-230, 2014.
- RICE, E. L. **Allelopathy**. 2 ed., New York, Academic Press, 1984.
- ROSA, D. M.; FORTES, A. M. T.; PALMA D.; MARQUES, D. S.; CORSATO, J. M.; LESZCZYNSKI, R.; MAULI, M. M. Efeito dos Extratos de Tabaco, Leucena e Sabugueiro sobre a Germinação de *Panicum maximum* Jaqc. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 444-446, Porto Alegre, jul. 2007.

- ROSA, D. M.; NÓBREGA, L. H. P.; MAULI, M. M.; LIMA, G. P.; PACHECO, F. P. Substâncias húmicas do solo cultivado com plantas de cobertura em rotação com milho e soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 221-230, 2017.
- RUEDA-AYALA, V.; JAECK, O.; GERHARDS, R. Investigation of biochemical and competitive effects of cover crops on crops and weeds. **Crop Protection**, v. 71, p. 79–87, 2015.
- RUGARE, J. T.; PIETERSE, P. J.; MABASA, S. Allelopathic Potential of Green Manure Cover Crops on Germination and Early Seedling Development of Goose Grass [*Eleusine indica* (L.) Gaertn] and Blackjack (*Bidens pilosa* L.). **International Journal of Agronomy**, 2021
- SANTOS, E. C. M.; FERNANDES, C. D.; VERZIGNASSI, J. R.; JANK, L.; MALLMANN, G.; QUEIROZ, C. A. Avaliação de genótipos de *Panicum maximum* Jacq. à cárie do sino e à mancha foliar. **Summa Phytopathologica**, v.41, n.1, p.35-41, 2015.
- SILVA, C.; SILVA, A. F. da; VALE, W.G. do; GALON, L.; PETTER, F. A; MAY, A.; KARAM, D. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p.438-445, 2014.
- SMYTH, T. J.; CRAVO, M. S.; MELGAR, R. J. Nitrogen supplied to corn by legumes in a Central Amazon Oxisol. **Tropical Agriculture**, London, v. 68, n. 4, p. 366-372, 1991.
- SORATTO, R. P.; CRUSCIO, C. A. C.; COSTA, C. H. M.; NETOI, J. F.; CASTRO, G. S. A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milheto, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 47 n.10, p. 2012

- TANVEER, A., JABBAR, M. K., KAHLIQ, A.; MATLOOB, A.; ABBAS, R.; JAVAID, M. M. Allelopathic effects of aqueous and organic fractions of *Euphorbia dracunculoides* Lam. on germination and seedling growth of chickpea and wheat. **Chilean Journal of Agricultural Research**, 72(4):495–501, 2012.
- TEASDALE, J. R.; BRANDSAETER, L. O.; CALEGARI, A.; SKORA NETO, F. Cover crops, smother plants, and weed management. **Ann Arbor Press**, p. 247-270, Chelsea, MI, USA, 1998.
- TIMOSSI, P. C.; WISINTAINER, C.; SANTOS, B. J dos; PEREIRA, V. A.; PORTO, V. S. Supressão de plantas daninhas e produção de sementes de crotalária, em função de métodos de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n. 4, p. 525-530, Goiânia, 2011.
- VERMA, P.; BLAISE, D.; SHEEBA, A.; MANIKANDAN, A. Allelopathic potential and allelochemicals in different intercrops for weed management in rainfed cotton. **Current Science**, v. 120, n.6, p. 73-80, 2021.
- WEBER, O. L. S.; HAAG, H. P. Nutrição mineral do *Panicum maximum* cv. Makueni I: crescimento, concentração e extração dos macronutrientes. **Anais Da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. XLI, Piracicaba, 1984.
- WESTON, L. A.; DUKE, S. O. Weed and Crop Allelopathy. **Critical Reviews in Plant Sciences**, 22(3-4), 367–389, 2003.