

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

**Potencial alelopático de *Crotalaria juncea* no controle de plantas daninhas da
cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)**

Gabriela Mendes Alves

JABOTICABAL – SP

2º semestre/2021

A474p Alves, Gabriela Mendes
Potencial alelopático de *Crotalaria juncea* no controle de plantas daninhas da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) / Gabriela Mendes Alves. -- Jaboticabal, 2021
38 p. : tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Pedro Luís da Costa Aguiar Alves

1. Alelopatia. 2. *Crotalaria*. 3. Cana-de-açúcar. 4. Ervas daninhas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



Departamento: Biologia Aplicada à Agropecuária

**CERTIFICADO
TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

TÍTULO: Potencial alelopático de *Crotalaria juncea* no controle de plantas daninhas da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* ssp) .

ACADÊMICA: Gabriela Mendes Alves

CURSO: Engenharia Agrônômica

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

COORIENTADOR:

PERÍODO: setembro /2020 a setembro/2021

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados REPOSITÓRIO. ☐ Sim ☒ Não

BANCA EXAMINADORA:

(Nomes)

(Assinaturas)

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

Membro: Dra. Mariluce Pascoina Nepomuceno

Membro: Dra. Neriane Hijano

Jaboticabal, 19 / 10 / 2021

Aprovado em reunião do Conselho Departamental em: 21/10/2021

**Prof. Dr. Rogério Falleiros Carvalho
Chefe do DBAA**

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

**Potencial alelopático de *Crotalaria juncea* no controle de plantas daninhas da
cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)**

Gabriela Mendes Alves

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

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/2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Sara C. Mendes Alves e Mauro Alves, que me guiam e apoiam durante toda minha trajetória, sem medir esforços, me motivando sempre pelo exemplo a enfrentar cada desafio com dedicação e coragem.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, por abrirem caminho e proporcionarem ensinamentos que me permitem sonhar e alcançar cada vez mais longe.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves, pela oportunidade de desenvolver este trabalho e pela sincera atenção dedicada a cada um de seus alunos, que proporciona um ambiente de confiança e bem-estar a todos.

À minha colega Luana R. Galves, sem a qual não teria sido possível a realização deste trabalho, por todo o apoio e companheirismo.

Aos demais colegas do Laboratório de Plantas Daninhas (LAPDA) que auxiliaram desde a implantação dos experimentos até a conclusão deste trabalho.

Às moradoras e ex-moradoras da República Coronelas, por serem minha família longe de casa, sendo presentes em todos os momentos, sejam desafios ou conquistas.

Aos meus amigos e familiares que estiveram sempre à disposição para me ajudar ao longo de da minha graduação, especialmente Frederico J. Costa, que se fez presente e não mediu esforços para tornar possível a realização deste trabalho.

Por fim, agradeço à FCAV/UNESP, a todos os professores envolvidos na minha formação e aos funcionários de todos os setores da Faculdade.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	3
AGRADECIMENTOS	4
SUMÁRIO	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	8
REVISÃO DE LITERATURA	9
Adubação verde	9
Leguminosas na cana-de-açúcar	9
Crotalaria spp. na cana-de-açúcar	10
Alelopatia	11
Efeito alelopático da Crotalaria spp.	12
MATERIAL E MÉTODOS	14
RESULTADOS	17
DISCUSSÃO	31
CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS	33

RESUMO

O cultivo de leguminosas em área de reforma de canaviais é muito utilizada, devido à capacidade dessas espécies de recuperação do solo e à fixação de nitrogênio, o segundo nutriente mais absorvido pela cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). As culturas mais utilizadas nessa prática são a soja, o amendoim e, em menor escala, a crotalária. *Crotalaria* spp. tem propriedades diferenciadas, ressaltando-se seu potencial alelopático, ou seja, seu potencial de inibição do desenvolvimento de outras espécies. Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de concentrações de extrato aquoso de *Crotalaria juncea* sobre quatro espécies infestantes de canaviais colhidas em pleno estágio vegetativo (33 dias após a semeadura - DAS) e reprodutivo (115 DAS), sendo confeccionados extratos aquosos em ambos estágios vegetativo a 0,5 g/mL, considerado como concentração 100% e posteriormente diluído para as concentrações 2,5%, 5%, 10% e 25%, utilizando a água (0%) como testemunha absoluta. Como plantas alvo foram utilizadas a mucuna-preta (*Mucuna pruriens*), corda-de-viola (*Ipomoea nil*), capim-colonião (*Panicum maximum*) e capim-braquiária (*Urochloa decumbens*). Foram montadas placas de petri com 5 sementes de cada espécie, irrigadas com os diferentes extratos. Com base na análise de variância, observou-se efeito de controle significativo do extrato de *C. juncea* 33 DAS a 100% de todas as infestantes avaliadas e efeito controle significativo do extrato de *C. juncea* 115 DAS de *I. nil* e *P. maximum*.

Palavras-chave: Alelopatia, *Crotalaria* spp., *Saccharum* spp., plantas daninhas.

ABSTRACT

The use of leguminous plants in sugarcane reform areas is widely used, due to these species' capacity for soil recovery and nitrogen fixation, which is the second most absorbed nutrient by sugarcane (*Saccharum* spp.). The most used crops in this practice are soybeans, peanuts and, to a lesser extent, crotalaria. *Crotalaria* spp. has different properties, with particular emphasis on its allelopathic potential, i.e. its potential to inhibit the development of other species. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of different concentrations of *Crotalaria juncea* aqueous extract on four invasive species of sugarcane plantations harvested in vegetative stage (33 days after sowing - DAS) and reproductive stage (115 DAS), preparing aqueous extracts in both vegetative stages at 0,5 g/mL, considered as 100% concentration and then diluted to concentrations 2,5%, 5%, 10% and 25%, using water (0%) as absolute witness. As target plants were used *Mucuna pruriens*, *Ipomoea nil*, *Panicum maximum* and *Urochloa decumbens*. Petri dishes were set up with 5 seeds of each species, irrigated with the extracts. Based on the analysis of variance, significant control effect of *C. juncea* extract 33 DAS to 100% of all weeds evaluated and significant control effect of *C. juncea* extract 115 DAS of *I. nil* and *P. maximum* were observed.

Keywords: Allelopathy, *Crotalaria* spp., *Saccharum* spp., weeds.

1. INTRODUÇÃO

Plantas leguminosas são amplamente utilizadas como rotação em reforma de canaviais e sistemas de meiosi, devido à sua capacidade de fixação de nitrogênio e recuperação do solo esgotado pela cultura da cana-de-açúcar. *Crotalaria* spp. já é reconhecida como uma boa opção de cultivo para tais objetivos, mas não é tão utilizada como as culturas do amendoim e da soja.

Enquanto as culturas da soja e do amendoim oferecem produção de grãos, que podem ser comercializados gerando lucro para o produtor, mesmo no intervalo da cultura da cana, a *Crotalaria* spp. apresenta outras vantagens. Além de ter o mesmo resultado de recuperação da fertilidade do solo, ela gera maior volume de matéria seca, melhorando a cobertura do solo para plantio direto ou gerando matéria prima para produção de papel.

Outro aspecto interessante são suas propriedades alelopáticas, um potencial de inibição de crescimento de certas plantas daninhas, reduzindo a necessidade de uso de herbicidas. Com foco na alelopatia, este estudo foi formulado de modo a avaliar o verdadeiro potencial de diferentes espécies dessa cultura em interação com espécies selecionadas entre as principais infestantes de canaviais.

A espécie *Crotalaria juncea* foi avaliada em relação à quatro espécies infestantes selecionadas: *Ipomoea nil*, *Mucuna pruriens*, *Urochloa decumbens* e *Panicum maximum*.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo determinar os efeitos de extratos aquosos da parte aérea da *Crotalaria juncea* sobre a germinação e desenvolvimento de algumas destas quatro espécies de plantas daninhas, comumente relatadas infestando lavouras de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Adubação verde

A EMBRAPA (1997) apresenta a adubação verde como uma estratégia para formulação de uma agricultura mais sustentável. Com o objetivo de realizar a manutenção da fertilidade do solo, contribuindo para o aumento da produtividade agrícola em questão, a adubação verde é utilizada como alternativa aos métodos convencionais e químicos. Os aspectos a serem considerados quando avaliando a efetividade desta estratégia são relacionados à fixação biológica de nitrogênio e às características físicas, químicas e biológicas do solo. Os benefícios, porém, devem ser esperados a médio e longo prazo, uma vez que os benefícios provindos da ação da matéria orgânica no solo não são imediatos (ESPÍNDOLA et al., 1997).

Segundo Ambrosano et al. (2000), a adubação verde é uma ferramenta para alcançar uma agricultura menos agressiva ao ambiente, definindo-a como o cultivo de plantas em uma área com o objetivo de geração de matéria seca para incorporação ou cobertura do solo, agindo como barreira protetora e trazendo benefícios para o sistema.

2.1.1. Leguminosas na cana-de-açúcar

A cultura canavieira é uma das principais atividades do setor agrícola brasileiro, contribuindo para a economia do País em valor de produção e geração de empregos. Em 2001 houve um aumento significativo no plantio de cana-de-açúcar, em cerca de 327 mil hectares de área plantada (Nehmi Filho, 2001). As áreas incorporadas na expansão da cultura em geral apresentavam baixa fertilidade, e a recuperação destes solos é de extrema importância para alcançar os rendimentos econômicos desejados para a produção de cana-de-açúcar (AMBROSANO et al., 1997). No ano de 2020, a produção brasileira foi superior a 757 milhões de toneladas de colmos, representando a maior produção agrícola do país, e ficando em terceiro lugar em valor de produção, com mais de R\$60 bi. Mantendo-se na liderança em 2021, a produção acumulada até o mês de setembro é de mais de 628 milhões de toneladas (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021).

Os primeiros estudos efetivos sobre a adubação verde em cana-de-açúcar no Estado de São Paulo foram feitos por Cardoso (1956), apesar de já ser recomendada por Mendes desde 1983.

As espécies leguminosas representam uma boa opção para a realização da adubação verde, devido ao seu potencial de fixação de nitrogênio e recuperação da fertilidade do solo, podendo substituir ou complementar a adubação mineral (SCIVITTARO et al., 2000).

A adubação verde com leguminosas não interfere na brotação da cana, podendo ser recomendada na reforma de canaviais. Além disso, tem custo relativamente baixo e o retorno é visto no aumento significativo nas produções em pelo menos dois cortes. A presença dessas plantas e suas raízes também protege o solo contra erosão e competem com as plantas daninhas (AMBROSANO et al., 2005).

Além dos benefícios agregados ao cultivo da cana-de-açúcar, espécies de leguminosas como o amendoim e a soja costumam ser escolhidas para a reforma por gerarem renda extra com a comercialização dos grãos produzidos. Tal prática representa importante alternativa de geração de renda para o produtor (AMBROSANO, 2013).

2.1.2. *Crotalaria* spp. na cana-de-açúcar

Segundo Luz et al. (2005), as espécies mais recomendadas para adubação verde da cana-de-açúcar são as crotalárias, se destacando *C. juncea*.

Crotalaria juncea é uma planta anual, de crescimento arbustivo ereto de porte alto, chegando de 2 m a 3 m de altura, com ciclo de 90-120 dias até o florescimento. Comparada a outras crotalárias, possui rápido crescimento inicial e boa produção de fitomassa. Apresenta vigoroso crescimento de raízes, boa tolerância à seca, alta capacidade de produção de MS e boa cobertura do solo. Além disso, não é boa hospedeira de nematóides, ajudando no controle destes invasores (EMBRAPA, 2016).

Crotalaria juncea e *C. spectabilis* são as duas das principais espécies utilizadas como adubo verde em rotação em reforma de canavial na região

Centro-Sul do Brasil, sendo sua produção de massa verde e composição química relacionadas diretamente às condições agroclimáticas locais (MIYASAKA, 1984).

Mascarenhas et al. (1994) analisaram a produção de cana-planta em diferentes sistemas de sucessão e rotação e eliminou 100% do uso de herbicidas no tratamento da cana após um ciclo de *C. juncea*. Além do controle de plantas daninhas, o adubo verde aumentou o rendimento em 27 t/ha de cana e 3 t/ha de açúcar. Feito um segundo estudo, realizando dois ciclos de crotalária consecutivos, seguidos de cana, os autores obtiveram aumento no rendimento de 39%.

Wutke e Arévalo (2006) destacaram *C. juncea* entre as melhores leguminosas para uso como adubo verde em reforma de canavial durante o período chuvoso, entre setembro e fevereiro, sem perda de ano agrícola, com redução do uso de herbicidas e de contaminação residual do ambiente.

De acordo com De Oliveira et al. (2021), a produtividade da cana-de-açúcar é altamente beneficiada pela adubação verde com *Crotalaria juncea*. Em seu estudo, avaliaram um aumento de produção de forragem nos ciclos de cana-planta e primeira rebrota entre 26 e 38 t/ha, gerando um aumento de produtividade que supriu com sobra os custos de produção da crotalária.

2.2. Alelopatia

"Alelopatia (raízes: *allelon* e *pathos*) é derivada do grego *allelon*, 'uns aos outros', e *pathos*, 'sofrer'; logo, significa: o efeito prejudicial de um sobre o outro" (RIZVI et al., 1992).

Segundo Rizvi et al. (1992), os primeiros estudos sobre fitotoxicidade datam de 300 a.C., em estudos feitos por Theophrastus, nos primórdios das práticas agrícolas no mundo. Sendo um componente presente tanto em ecossistemas naturais quanto controlados, a alelopatia passou a ser definida como "qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial de uma planta (incluindo microorganismos) sobre a outra através de componentes químicos liberados no ambiente" (RICE, 1984).

Com a evolução dos estudos sobre este fenômeno, a atividade dos aleloquímicos presentes em certas plantas passou a ser utilizada como alternativa à

aplicação de defensivos agrícolas. Estas substâncias provêm em sua maioria do metabolismo secundário, apresentando vantagens ao longo da evolução das plantas contra a ação de microrganismos, vírus, insetos e outros patógenos ou predadores, seja inibindo a ação destes ou estimulando o crescimento e desenvolvimento das plantas (WALLER, 1999).

De acordo com Whittaker e Feeny (1971), os efeitos causados por uma planta em outra apenas podem ser categorizados como alelopáticos desde que haja comprovação da ação de um inibidor químico efetivo, produzido e liberado pela planta em questão, numa concentração potencialmente efetiva no solo e que a inibição não seja por luz, água, nutrição ou interferência de animais.

Para tal comprovação, é necessário isolar cada um dos efeitos, tarefa difícil especialmente entre os efeitos de competição e alelopatia (VELINI, 1991). A competição consiste na redução ou retirada de um ou mais fatores essenciais ao crescimento das plantas, tal como luz, água ou nutrientes, enquanto a alelopatia é a introdução de um elemento ao meio (ALVES, 1992).

Os efeitos dos compostos alelopáticos podem se apresentar de várias formas, afetando processos como germinação de sementes, crescimento de plântulas, assimilação de nutrientes, fotossíntese, respiração, síntese proteica, atividades enzimáticas e até alteração da permeabilidade da membrana celular (MANO, 2006).

2.2.1. Efeito alelopático da *Crotalaria* spp.

Em estudo sobre o efeito alelopático de *Crotalaria juncea*, Lisboa e Didonet (2009) utilizaram extratos aquosos em diferentes concentrações da planta, aplicados sobre sementes de picão-preto (*Bidens pilosa*), corda de viola (*Ipomoea coccinea*) e alface (*Lactuca sativa*), avaliando a velocidade de germinação, o crescimento radicular e da parte aérea e o nível de oxidação do tecido radicular das plântulas. Em todas as espécies, a germinação foi inibida pelo extrato da crotalária.

Por outro lado, Araújo et al. (2010) concluíram em estudo semelhante, que o extrato de *C. juncea* não demonstrou efeito alelopático sobre a germinação de picão-preto (*Bidens pilosa*) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) mas, pelo contrário, aumentou a porcentagem de germinação nas duas espécies. Já para a

corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*) observaram efeito significativo na velocidade de germinação das sementes.

Martinez-Mera et al. (2016) avaliaram os efeitos do extrato aquoso de *C. juncea* na germinação e desenvolvimento de milho (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), soja (*Glycine max*), feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), alface (*Lactuca sativa*) e feijão-guandu (*Cajanus cajan*). Em seu estudo, observaram que houve estímulo no desenvolvimento do milho, feijão, guandu e caupi. Em sua conclusão, enfatizaram a necessidade de estudos mais aprofundados sobre compostos específicos, devido à grande variabilidade de resultados em estudos envolvendo leguminosas.

A espécie *Crotalaria spectabilis* foi objeto de estudo com plantas daninhas e cultivadas, sendo elas: buva (*Conyza* spp.), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*), picão-preto (*Bidens pilosa*), milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*) e trigo (*Triticum aestivum*). Avaliou-se o efeito alelopático do extrato aquoso de *C. spectabilis* na germinação e crescimento de cada uma das espécies citadas. Em relação às espécies cultivadas, não foram observadas alterações no desenvolvimento em contato com o extrato. Já nas espécies daninhas, não houve controle significativo que permita a redução no uso de outros métodos de controle, observando-se inclusive leve estímulo na buva e na corda-de-viola (SCARTEZINI, 2020).

Cruz et al. (2021) avaliaram o efeito de extratos vegetais de *C. juncea* em diferentes dosagens sobre a germinação de feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*) e quinoa (*Chenopodium quinoa*), concluindo que houve ação do efeito alelopático em todas as espécies, em todas as variáveis analisadas.

Kroll et al. (2021) combinaram o plantio de milho com *C. spectabilis* para avaliar o desempenho agrônomo e a dinâmica das plantas daninhas. Concluiu-se que a presença da crotalária na entrelinha do milho teve efeito significativo no desenvolvimento das plantas daninhas, reduzindo o número de plantas por m², sem afetar o desempenho agrônomo do milho.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Plantas Daninhas (LAPDA) do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, da Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho" - Câmpus de Jaboticabal.

Sementes de *Crotalaria juncea*, adquiridas no comércio local, foram colocadas para germinar em oito vasos plásticos com capacidade para 5,0 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 irrigados diariamente. Decorrido 15 dias após a semeadura, foi feito o desbaste nos vasos, deixando-se quatro plantas mais uniformes por vaso. Quando as plantas se encontravam em pleno estágio vegetativo (33 DAS) e reprodutivo (115 DAS), foram cortadas duas de cada vaso em cada época, que foram lavadas em água corrente e colocadas para congelar, até o momento de serem utilizadas nos bioensaios.

Para a realização dos bioensaios foram confeccionados extratos aquosos da parte aérea das plantas que estavam congeladas, utilizando-as nas concentrações de 0,5 g/mL. Os extratos foram confeccionados com o auxílio de um liquidificador (Siemens), no qual, após colocada a massa verde e o volume de água correspondente, 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 seguintes concentrações: 2,5%, 5%, 10% e 25%, utilizando a água destilada (0%) como testemunha absoluta. Os extratos assim obtidos foram caracterizados quanto ao pH (Quimis/Q-400BI), condutividade (Analion/C708-Plus) e osmolalidade (Wescor, 5500), cujos resultados encontram-se na Tabelas 1.

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 cinco sementes de cada planta alvo e, na sequência, aplicados de 3,0 mL de cada extrato por placa. Como plantas alvo foram utilizadas a mucuna-preta (*Mucuna pruriens*), corda-de-viola (*Ipomoea nil*), capim-colonião (*Panicum maximum*) e capim-braquiária (*Urochloa decumbens*), cujas sementes foram adquiridas junto à AgroCosmos Ltda.

Na sequência, as placas foram acondicionadas em câmaras de germinação ajustadas para 25°C e fotoperíodo de 12 horas, onde ficaram por sete dias.

Tabela 1. Valores de pH, osmolalidade e condutividade dos extratos aquosos da parte aérea de *Crotalaria juncea*, coletada aos 33 e 115 dias após a semeadura.

Características	Concentração (%)				
	2,5	5	10	25	100
33 dias após a semeadura					
pH	6,99	6,58	6,60	6,90	5,65
Condutividade (mS)	0,48	0,96	1,44	3,05	8,81
Osmolalidade (mmol/kg)	132	140	148	153	368
115 dias após a semeadura					
pH	5,25	6,39	6,23	5,46	6,93
Condutividade (mS)	0,14	0,27	0,40	0,84	2,30
Osmolalidade (mmol/kg)	124	128	136	191	162

Para cada planta alvo, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com os seis tratamentos (concentrações).

No decorrer do período experimental, foi feita contagem diária das sementes germinadas e repostado o extrato. Ao final do período de 7 dias, determinou-se o comprimento de radícula e o comprimento de hipocótilo, sendo, na sequência, colocados para secar em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, para a determinação da massa seca.

Com os dados de germinação foram calculados a percentagem de germinação e a velocidade de germinação, esta calculada através da seguinte fórmula (WARDLE et al., 1991):

$$V = (N1/1 + N2/2 + N3/3 + \dots + Nn/n)$$

onde N1, N2, N3 e Nn são as sementes germinadas no primeiro, segundo, terceiro e n dias após a incubação.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro, seguida da análise de regressão.

4. RESULTADOS

- *Crotalaria juncea X Ipomoea nil*

O extrato da parte aérea de *C. juncea* tanto em pleno crescimento vegetativo, aos 33 dias após a semeadura (DAS) como em pleno florescimento (115 DAS), reduziu de forma linear tanto percentagem como a velocidade de germinação das sementes de *Ipomoea nil* com o aumento da concentração (Figura 1). No caso da germinação, para uma percentagem máxima de 63,2 de germinação obtida na testemunha, cada 1% de aumento na concentração do extrato aos 33 DAS a reduziu em 0,52%, resultando numa germinação de apenas 11% com a utilização do extrato a 100%, representando uma redução de 82,5% no potencial de germinação desta planta daninha. Com a planta aos 115 DAS, cada 1% de aumento na concentração do extrato reduziu em 0,17% uma percentagem máxima estimada em 90%, chegando a 60% com a concentração de 100%.

De modo semelhante, com um IVG máximo estimado em 4,09, cada 1% de aumento na concentração do extrato aos 33 DAS reduziu em 0,036 a velocidade de germinação, chegando a reduzi-la em 88% na concentração de 100%. Aos 115 DAS, cada 1% de aumento na concentração reduziu em 0,04 o IVG máximo de 9,69, chegando a 5,58 com o extrato a 100%, o que representa uma redução de 42,4% na velocidade de germinação.

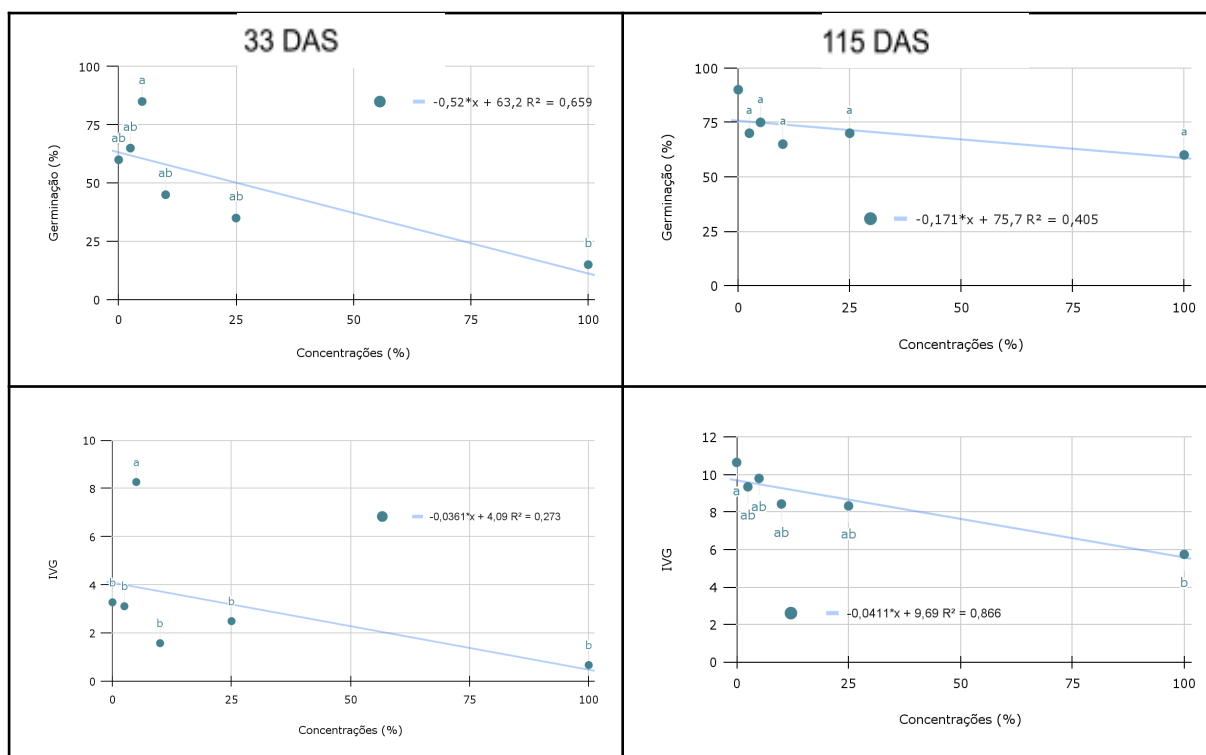


Figura 1. Efeito da concentração do extrato aquoso de *Crotalaria juncea* aos 33 e 115 DAS sobre a percentagem e índice de velocidade de germinação de *Ipomoea nil*.

Ao se avaliar os comprimentos da parte aérea e das raízes de *I. nil*, também se observou redução linear com o aumento da concentração do extrato de *C. juncea* (Figura 2). Para a parte aérea das plantas coletadas aos 33 DAS (Figura 2), cada 1% de aumento na concentração do extrato reduziu em 0,29 mm o comprimento máximo estimado de 29,1 mm, sendo que o extrato a 100% causou redução de 98,6% no crescimento da parte aérea. Já para as plantas coletadas aos 115 DAS, o aumento da concentração do extrato reduziu em 0,15 mm o comprimento máximo estimado de 37,3 mm, chegando a 22 mm com o extrato a 100 %, o que representa uma redução de 41%. Para as raízes (Figura 2), cada 1% de aumento na concentração do extrato das plantas aos 33 DAS reduziu em 0,14 mm o comprimento máximo estimado de 14 mm, chegando a não ter raízes com a concentração de 100%. Já com o extrato de 115 DAS, embora tenha ocorrido uma tendência de redução com o aumento da concentração, esta não foi significativa, ficando as plântulas com um comprimento médio das raízes próximo a 20 mm.

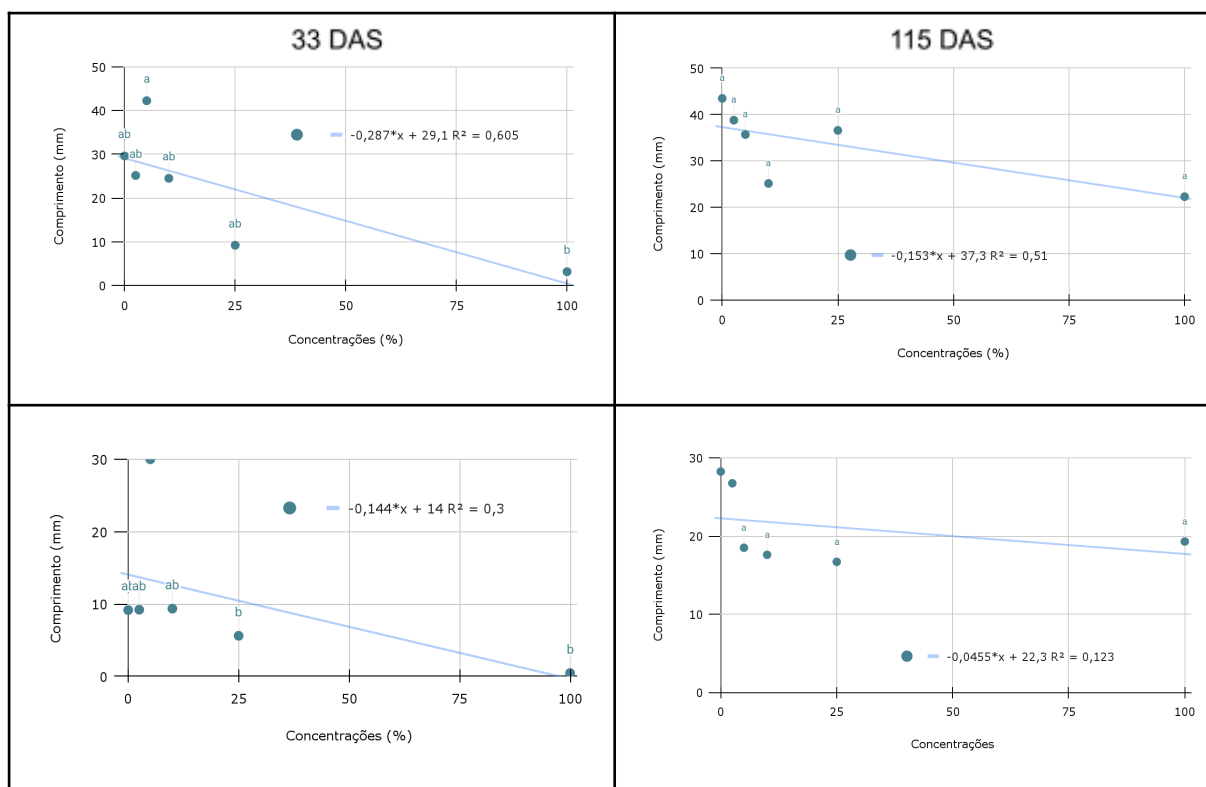


Figura 2. Efeito da concentração do extrato aquoso de *Crotalaria juncea* aos 33 e 115 DAS sobre o comprimento da parte aérea e das raízes de *Ipomoea nil*.

Observando-se a massa seca da parte aérea de *I. nil*, houve redução linear com o aumento da concentração do extrato de *C. juncea* (Figura 3). Com as plantas aos 33 DAS, verificou-se que para um acúmulo máximo estimado em 0,004 g, cada 1% de aumento na concentração do extrato o reduziu em 0,00004 g, enquanto aos 115 DAS, para este mesmo acúmulo máximo cada 1% de aumento na concentração do extrato o reduziu em 0,000006 g. Para a matéria seca das raízes, para um acúmulo máximo de 0,0048 g, cada 1 % de aumento da concentração do extrato a 33 DAS o reduziu em 0,00004 g, enquanto para o extrato a 115 DAS houve uma tendência de redução, que não foi significativa, ficando as plântulas com uma matéria seca média das raízes próxima a 0,0004 g, independente da concentração.

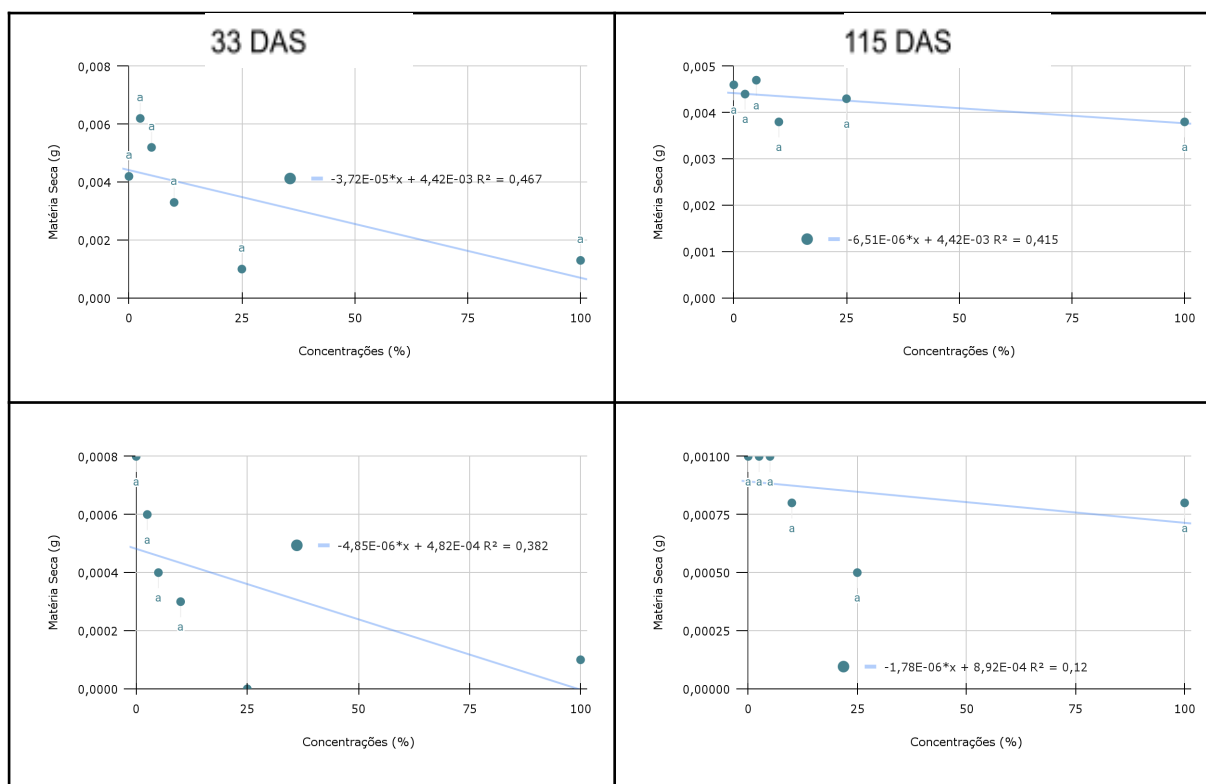


Figura 3. Efeito da concentração do extrato aquoso de *Crotalaria juncea* aos 33 e 115 DAS sobre a massa seca da parte aérea e das raízes de *Ipomoea nil*.

- *Crotalaria juncea* X *Mucuna pruriens*

O extrato da parte aérea de *C. juncea* em pleno crescimento vegetativo, aos 33 DAS, reduziu de forma linear tanto percentagem como a velocidade de germinação das sementes de *Mucuna pruriens* com o aumento da concentração (Figura 4). No caso da germinação, para uma percentagem máxima de 98% de germinação obtida na testemunha, cada 1% de aumento na concentração do extrato aos 33 DAS a reduziu em 0,30%, resultando numa germinação de 70% com a utilização do extrato a 100%, representando uma redução de 30% no potencial de germinação desta planta daninha. Para o extrato a 115 DAS, não houve efeito

significativo da concentração do extrato, permanecendo a germinação em 96%, em média.

De modo semelhante, com um IVG máximo estimado em 8,96, cada 1% de aumento na concentração do extrato aos 33 DAS reduziu em 0,024 a velocidade de germinação, chegando a reduzi-la em 29% na concentração de 100%. Para o extrato a 115 DAS, também não se verificou efeito significativo das concentrações, permanecendo o IVG em 5, em média.

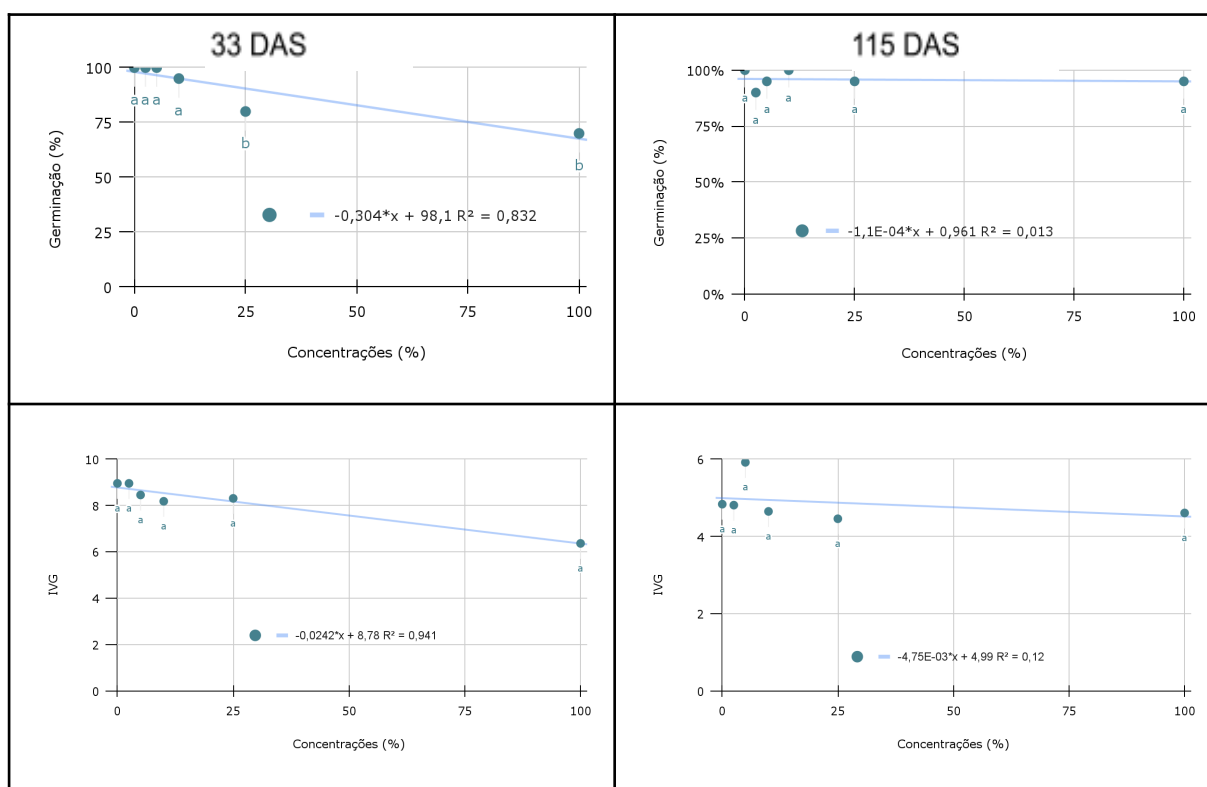


Figura 4. Efeito da concentração do extrato aquoso de *Crotalaria juncea* aos 33 e 115 DAS sobre a percentagem e índice de velocidade de germinação de *Mucuna pruriens*.

Ao se avaliar os comprimentos da parte aérea e das raízes de *M. pruriens*, também se observou redução linear com o aumento da concentração do extrato de *C. juncea* (Figura 5). Para a parte aérea (Figura 5), cada 1% de aumento na

concentração do extrato aos 33 DAS reduziu em 0,22 mm o comprimento máximo estimado de 26,3 mm, sendo que o extrato a 100% causou redução de 88,2% no crescimento da parte aérea. Com o extrato aos 115 DAS, não se verificou efeito significativo das concentrações sobre o comprimento da parte aérea, ficando este, em média, com 19 mm. Para as raízes aos 33 DAS (Figura 5), cada 1% de aumento na concentração do extrato reduziu em 0,072 mm o comprimento máximo estimado de 93,4 mm, chegando a uma redução de 82% com a concentração de 100%. Novamente, com o extrato a 115 DAS, não se verificou efeito da concentração, ficando o comprimento radicular em 72 mm, em média.

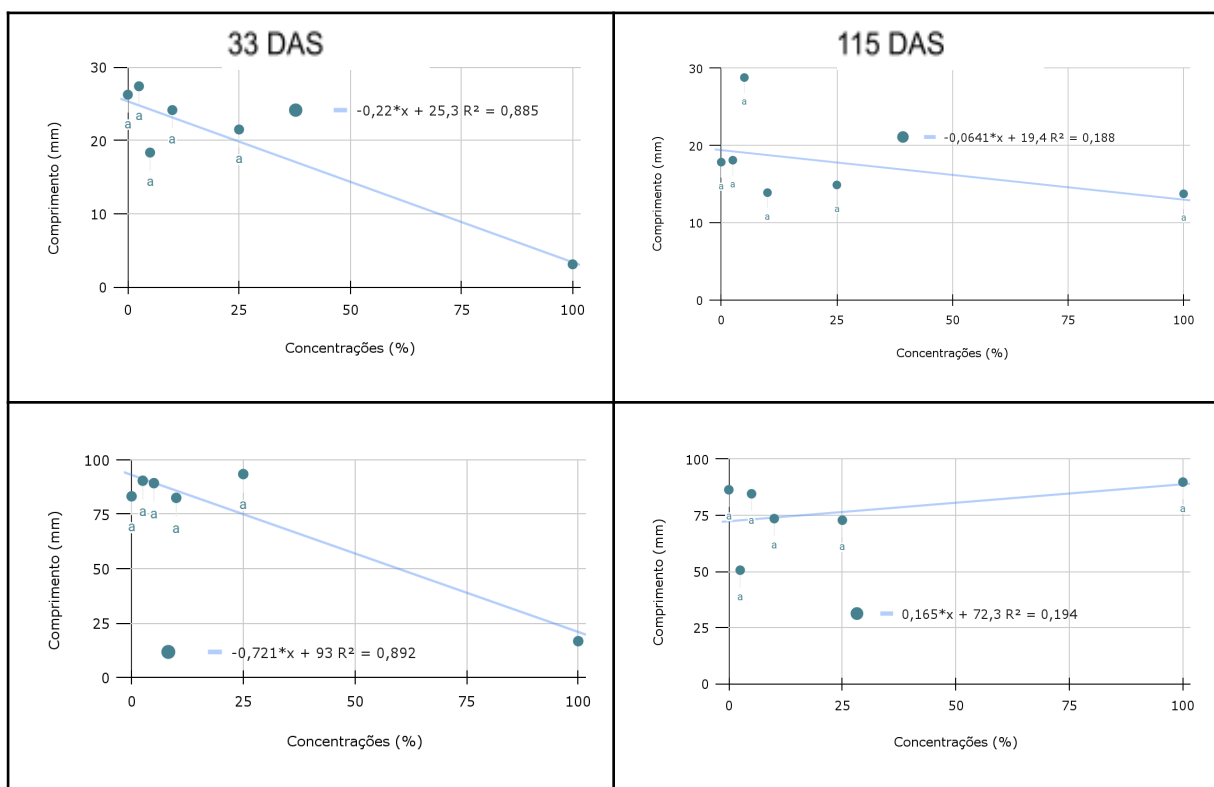


Figura 5. Efeito da concentração do extrato aquoso de *Crotalaria juncea* aos 33 e 115 DAS sobre o comprimento da parte aérea e das raízes de *Mucuna pruriens*.

Ao se avaliar a massa seca da parte aérea e das raízes de *M. pruriens*, a redução linear também ocorreu com o aumento da concentração do extrato de *C. juncea* (Figura 6). Para a parte aérea (Figura 6A), cada 1% de aumento na

concentração do extrato aos 33 DAS reduziu em 0,00011 g a massa máxima estimada de 0,0137 g, sendo que o extrato a 100% causou redução de 86% na formação de massa da parte aérea. Já para o extrato aos 115 DAS, não se verificou efeito das concentrações, ficando a parte aérea com um acúmulo médio de 0,030 g. Para as raízes (Figura 6), cada 1% de aumento na concentração do extrato aos 33 DAS reduziu em 0,00016 g a massa máxima estimada de 0,0231 g, chegando a uma redução de 74% com a concentração de 100%. Novamente, para o extrato aos 115 DAS, não se verificou efeito das concentrações, ficando as raízes com um acúmulo médio de 0,047 g.

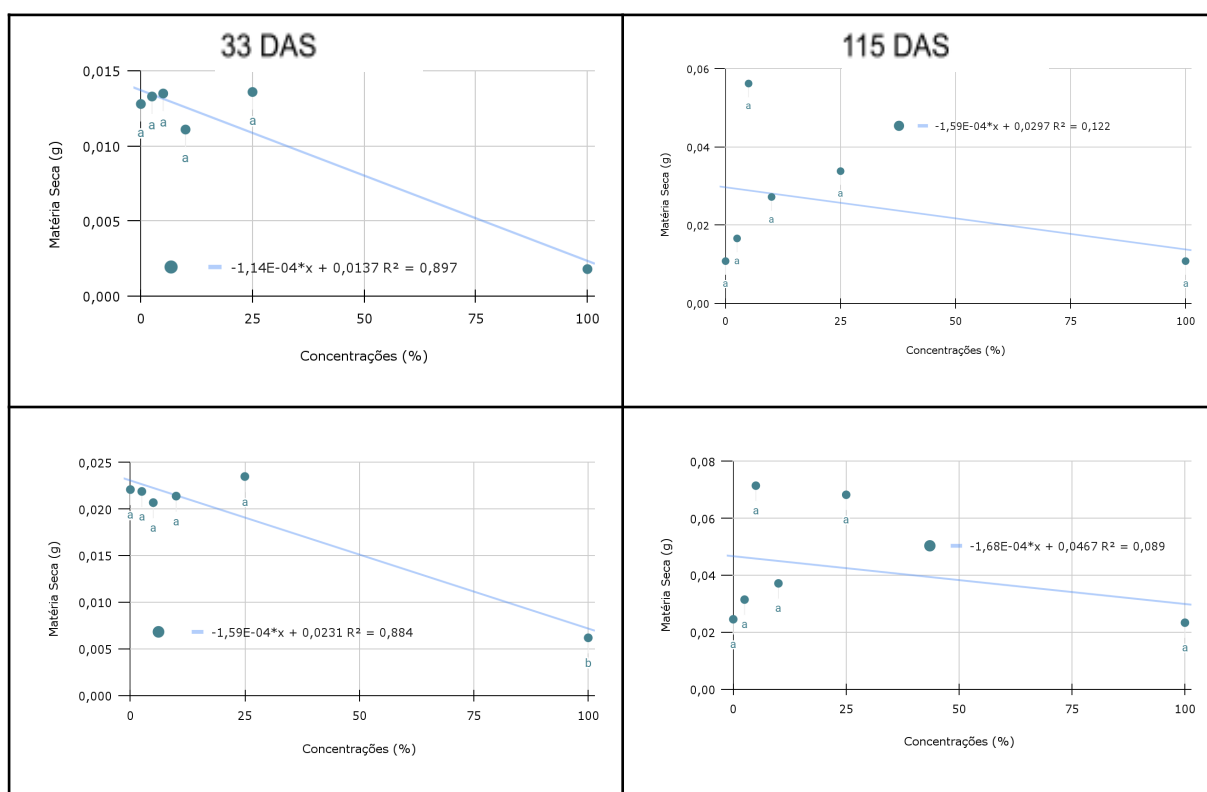
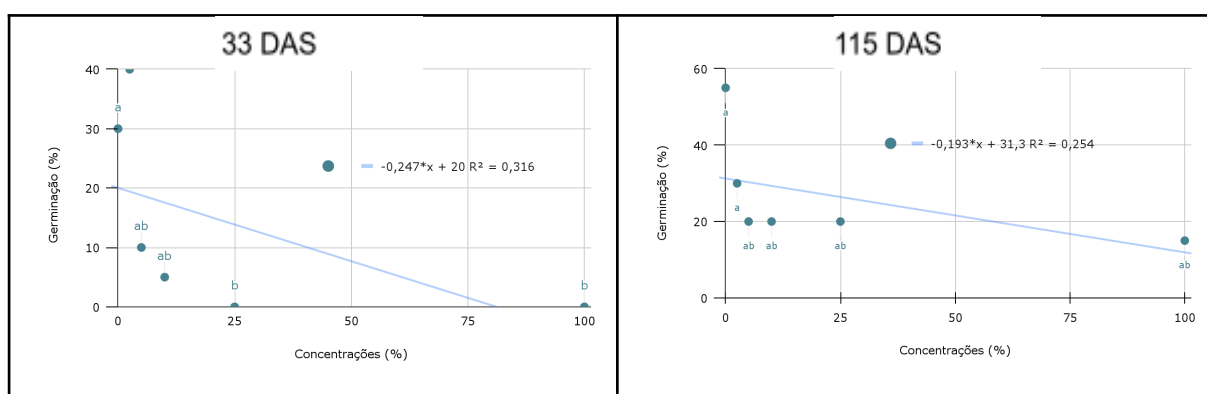


Figura 6. Efeito da concentração do extrato aquoso de *Crotalaria juncea* aos 33 e 115 DAS sobre a massa seca da parte aérea e das raízes de *Mucuna pruriens*.

- ***Crotalaria juncea* X *Urochloa decumbens***

O extrato da parte aérea de *C. juncea* em pleno crescimento vegetativo, aos 33 DAS, reduziu de forma linear tanto percentagem como a velocidade de germinação das sementes de *Urochloa decumbens* com o aumento da concentração (Figura 7). No caso da germinação, para uma percentagem máxima de 20% de germinação, cada 1% de aumento na concentração do extrato aos 33 DAS a reduziu em 0,25%, resultando em 0% de germinação com a utilização do extrato a 100%, representando uma redução de 100% no potencial de germinação desta planta daninha. Já com o extrato a 115 DAS, houve tendência de redução na germinação, com uma germinação máxima de 31,3% sendo reduzida a uma velocidade de 0,19% a cada 1% de aumento na concentração do extrato, sem se observar inibição total de germinação. De modo semelhante à germinação, com um IVG máximo estimado em 0,75, cada 1% de aumento na concentração do extrato aos 33 DAS reduziu em 0,0093 a velocidade de germinação, chegando a reduzi-la a 0 na concentração de 100%. Com o extrato aos 115 DAS a redução no IVG máximo de 0,952 foi de 0,0037 a cada 1 % de aumento na concentração, novamente sem se observar inibição total.



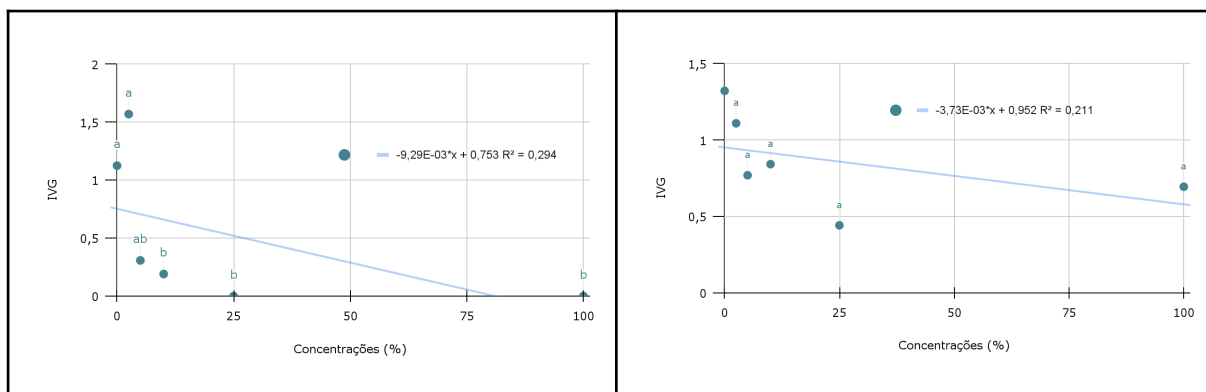


Figura 7. Efeito da concentração do extrato aquoso de *Crotalaria juncea* aos 33 e 115 DAS sobre a percentagem e índice de velocidade de germinação de *Urochloa decumbens*.

Ao se avaliar os comprimentos da parte aérea e das raízes de *U. decumbens*, também se observou redução linear com o aumento da concentração do extrato de *C. juncea* (Figura 8). Para a parte aérea (Figura 8), cada 1% de aumento na concentração do extrato aos 33 DAS reduziu em 0,018 mm o comprimento máximo estimado de 1,45 mm, sendo que o extrato a 100% causou inibição total do crescimento da parte aérea. Com o extrato aos 115 DAS, para um comprimento máximo de 4,74 mm, cada 1% de aumento na concentração o reduziu em 0,035 mm, não ocorrendo inibição total do crescimento com a maior concentração. Para as raízes (Figura 8), cada 1% de aumento na concentração do extrato reduziu em 0,05 mm o comprimento máximo estimado de 7,4 mm, chegando a não ter raízes com a concentração de 100%. Já com o extrato aos 115 DAS, não se constatou efeito das concentrações, ficando as raízes, média, com 5,8 mm de comprimento.

33 DAS

115 DAS

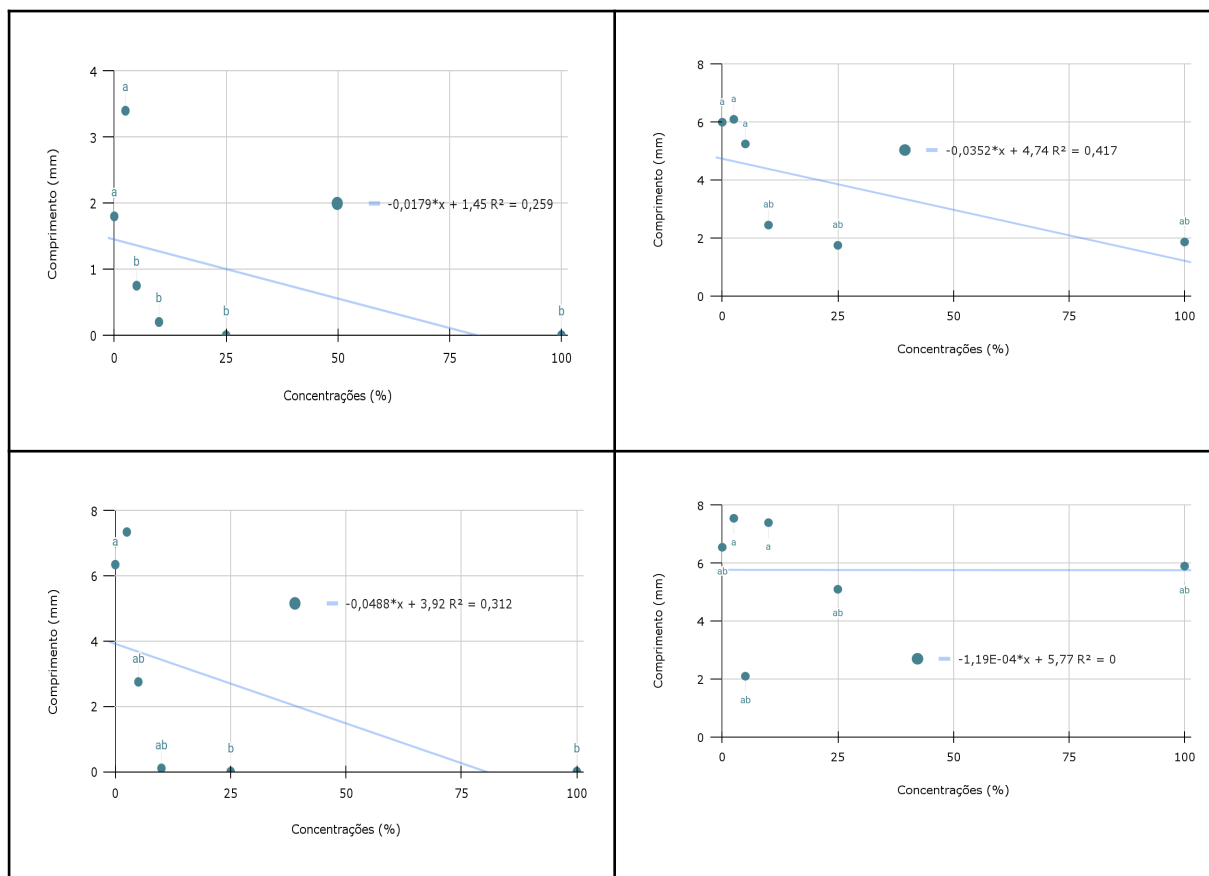


Figura 8. Efeito da concentração do extrato aquoso de *Crotalaria juncea* aos 33 e 115 DAS sobre o comprimento da parte aérea e das raízes de *Urochloa decumbens*.

Ao se avaliar a massa seca da parte aérea e das raízes de *U. decumbens*, observou-se tendência de redução linear com o aumento da concentração do extrato de *C. juncea* (Figura 9), mas que não foi significativa nem para a parte aérea, nem para as raízes, com as duas épocas de coleta das plantas.

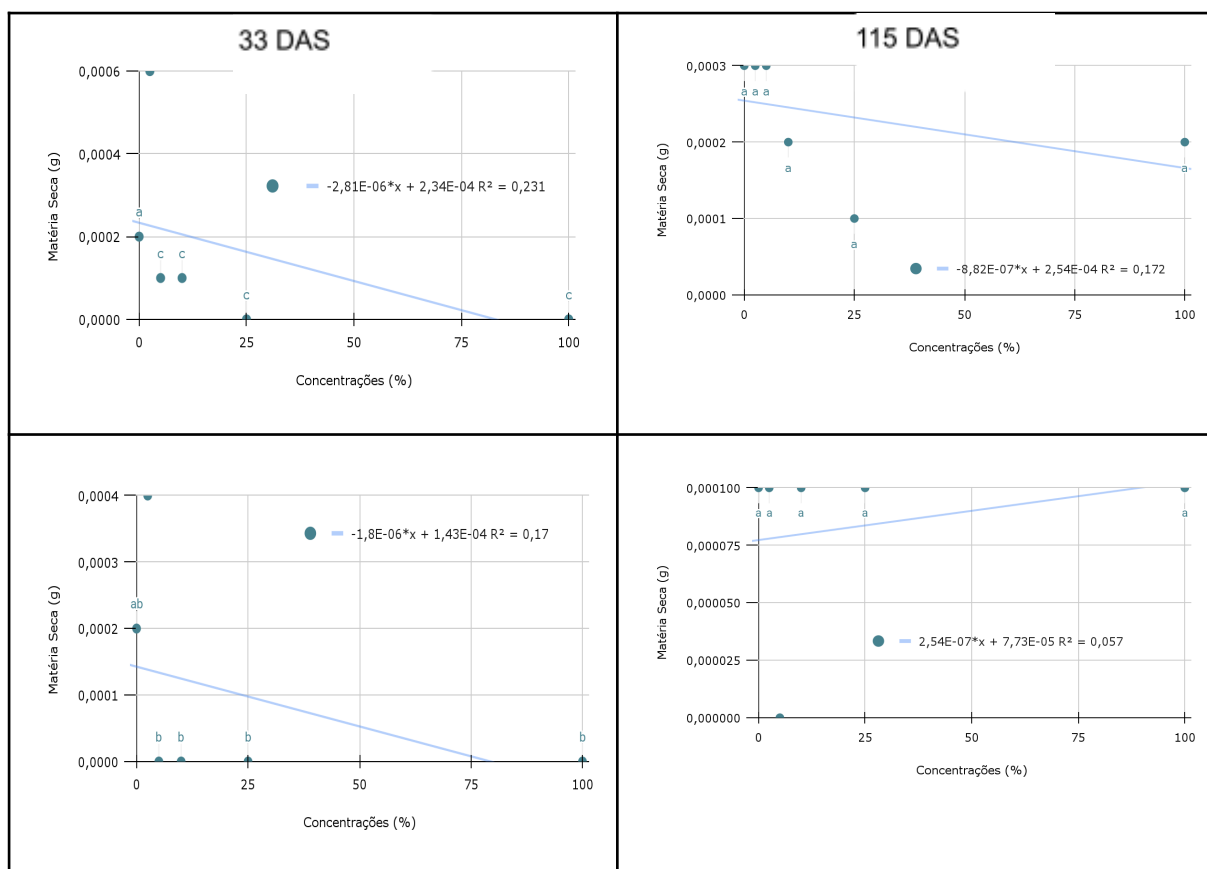


Figura 9. Efeito da concentração do extrato aquoso de *Crotalaria juncea* aos 33 e 115 DAS sobre a massa seca da parte aérea e das raízes de *Urochloa decumbens*.

- *Crotalaria juncea* X *Panicum maximum*

O extrato da parte aérea de *C. juncea* tanto em pleno crescimento vegetativo, aos 33 dias após a semeadura (DAS) como em pleno florescimento (115 DAS), reduziu de forma linear tanto percentagem como a velocidade de germinação das sementes de *Panicum maximum* com o aumento da concentração (Figura 10). No caso da germinação, para uma percentagem máxima de 63 de germinação, cada 1% de aumento na concentração do extrato aos 33 DAS a reduziu em 0,64%, resultando numa germinação de 0% com a utilização do extrato a 100%,

representando inibição total do potencial de germinação desta planta daninha. Com a planta aos 115 DAS, cada 1% de aumento na concentração do extrato reduziu em 0,51% uma percentagem máxima estimada em 74%, chegando a 20% com a concentração de 100%.

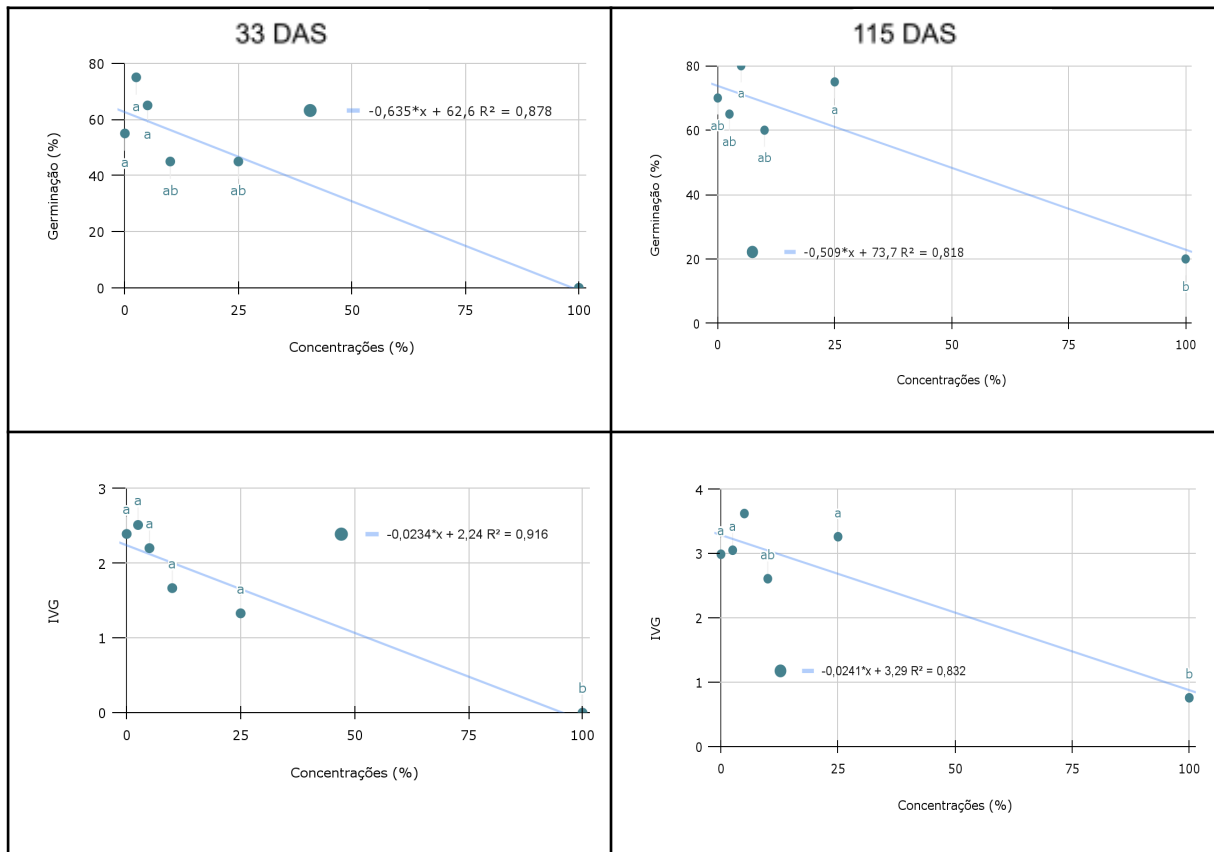


Figura 10. Efeito da concentração do extrato aquoso de *Crotalaria juncea* aos 33 e 115 DAS sobre a percentagem e índice de velocidade de germinação de *Panicum maximum*.

De modo semelhante, com um IVG máximo estimado em 2,24, cada 1% de aumento na concentração do extrato aos 33 DAS reduziu em 0,023 a velocidade de germinação, chegando a reduzi-la a 0 na concentração de 100%. Aos 115 DAS, cada 1% de aumento na concentração reduziu em 0,024 o IVG máximo de 3,29, chegando a 0,76 com o extrato a 100%, o que representa uma redução de 79% na velocidade de germinação.

Ao se avaliar os comprimentos da parte aérea e das raízes de *P. maximum*, também se observou redução linear com o aumento da concentração do extrato de *C. juncea* (Figura 11). Para a parte aérea, cada 1% de aumento na concentração do extrato aos 33 DAS reduziu em 0,078 mm o comprimento máximo estimado de 7,76 mm, sendo que o extrato a 100% causou inibição total do crescimento da parte aérea. Com os extratos aos 115 DAS, para uma germinação máxima de 17,5%, cada 1% de aumento na concentração do extrato causou redução de 0,048, chegando a germinação final de 13% com o extrato a 100%.

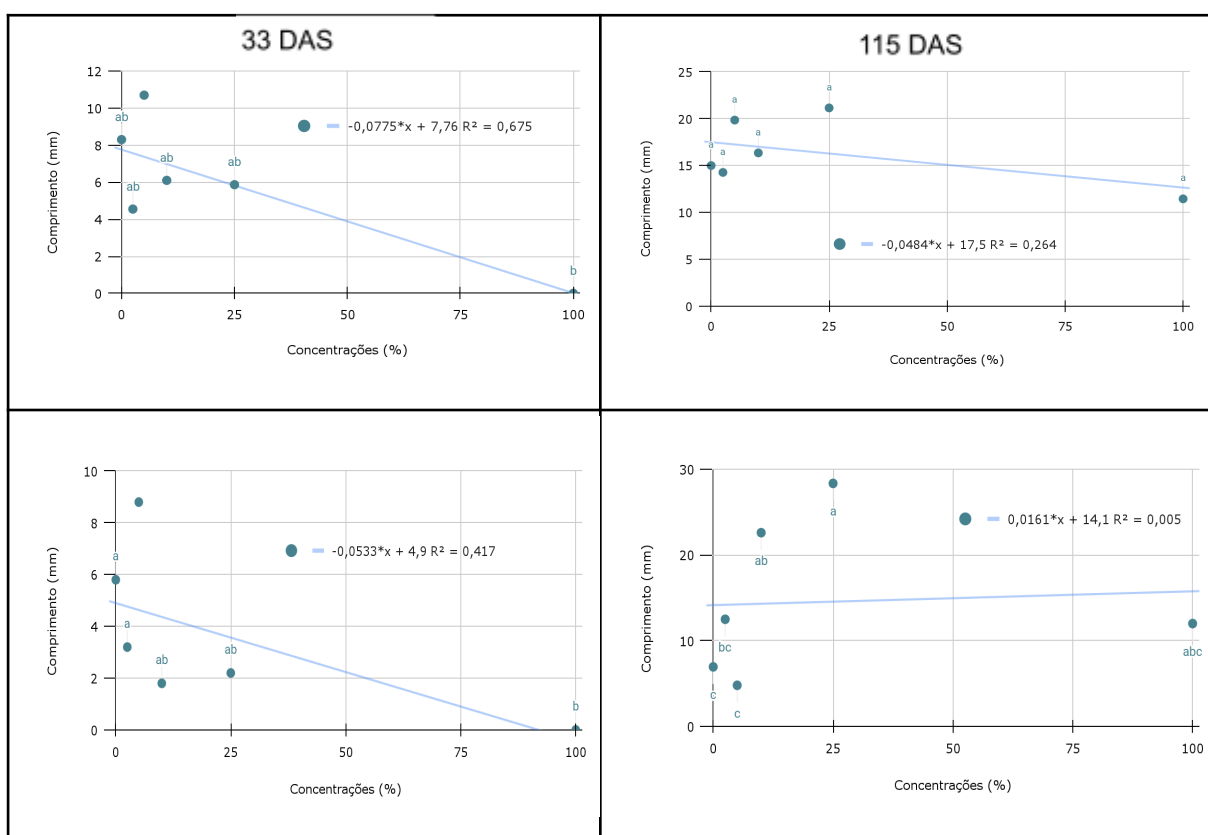


Figura 11. Efeito da concentração do extrato aquoso de *Crotalaria juncea* aos 33 e 115 DAS sobre o comprimento da parte aérea e das raízes de *Panicum maximum*.

Para as raízes, cada 1% de aumento na concentração do extrato aos 33 DAS reduziu em 0,05 mm o comprimento máximo estimado de 4,9 mm, chegando a não ter raízes com a concentração de 100%. Com o extrato aos 115 DAS, não se

verificou efeito das concentrações no comprimento das raízes de *P. maximum*, que ficaram com 14 mm, em média.

Ao se avaliar a massa seca da parte aérea de *P. maximum*, a redução linear também ocorreu com o aumento da concentração do extrato de *C. juncea* (Figura 12), sendo que cada 1% de aumento na concentração do extrato reduziu em $1,93 \cdot 10^{-6}$ g a massa máxima estimada de 0,0002 g, sendo que o extrato a 100% inibiu completamente a formação de massa. Com o extrato aos 115 DAS, não se verificou efeito significativo das concentrações, com a parte aérea das plântulas mantendo-se em 0,00025 g.

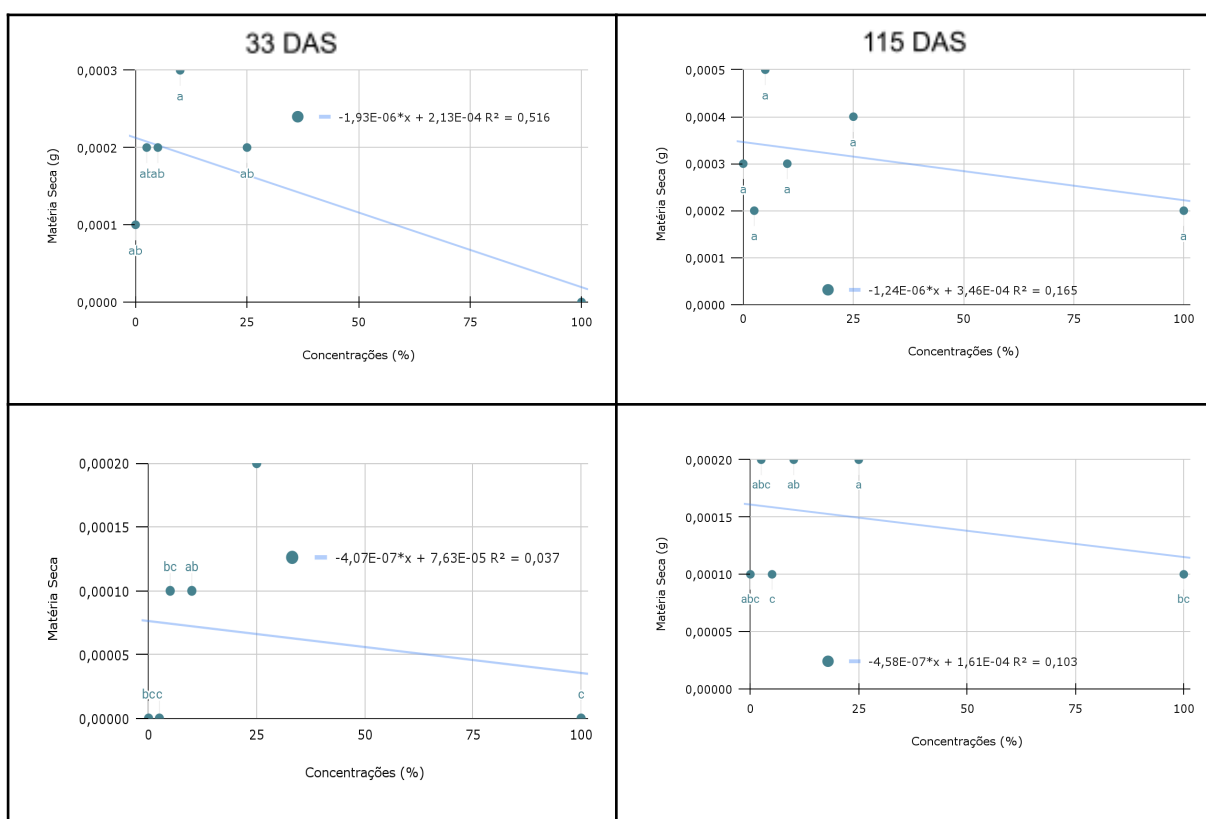


Figura 12. Efeito da concentração do extrato aquoso de *Crotalaria juncea* aos 33 e 115 DAS sobre a massa seca da parte aérea e das raízes de *Panicum maximum*.

Para as raízes, não se verificou efeito significativo de concentrações nem aos 33 e nem aos 115 DAS.

5. DISCUSSÃO

Corroborando os resultados encontrados por Lisboa e Didonet (2009), o extrato de *C. juncea* aos 33 DAS reduziu significativamente a germinação de todas as espécies avaliadas, sendo mais severo para *P. maximum*, *U. decumbens* e *I. nil*.

Quanto ao IVG, em todas as espécies, o resultado foi semelhante à percentagem de germinação, com redução significativa dos valores, indicando possível efeito alelopático.

Os comprimentos da parte aérea e raízes foram reduzidos significativamente com o aumento das concentrações do extrato de *C. juncea* aos 33 DAS. Cruz et al. (2021) também observaram potencial alelopático na redução do comprimento de planta em seu estudo incluindo espécies leguminosas, gramíneas e graníferas.

O efeito inibitório sobre a formação de massa seca da parte aérea e raízes foi significativo em todas as espécies avaliadas, demonstrando também possível efeito alelopático sobre o vigor das plantas. Os resultados observados estão de acordo com aqueles encontrados por De Oliveira et al. (2021), quando avaliaram os efeitos de *C. juncea* (33 DAS) sobre o desenvolvimento de plantas daninhas na entrelinha de cana-de-açúcar.

Os extratos de *C. juncea* aos 115 DAS reduziram significativamente a germinação da *I. nil* e do *P. maximum*, não tendo afetado as demais espécies.

Quanto ao IVG, o resultado foi semelhante à percentagem de germinação, com redução significativa dos valores, indicando possível efeito alelopático, apenas nas espécies *I. nil* e *P. maximum*.

Avaliando o comprimento da parte aérea e das raízes, o aumento da concentração do extrato de *C. juncea* (115 DAS) não teve efeito significativo sobre o desenvolvimento de nenhuma das espécies avaliadas.

Considerando a massa seca da parte aérea e das raízes, observou-se tendência de redução linear com o aumento da concentração dos extratos de *C. juncea* (115 DAS) na maioria das espécies, porém os valores não foram significativos nem para a parte aérea, nem para as raízes.

Uma vez que os efeitos inibitórios mais severos foram obtidos com o aumento das concentrações dos extratos, é importante observar que as concentrações de 25% e 100% de ambas épocas apresentam osmolalidade >150 , podendo afetar o desenvolvimento das plântulas e mascarar o efeito alelopático.

Considerando a realidade do campo, outros fatores também atuam sobre o desenvolvimento das plantas daninhas. Em seu estudo sobre adubação verde com *C. juncea* para reforma e implantação de canaviais, De Oliveira et al. (2021) observaram a atuação conjunta da alelopatia e sombreamento causados pela presença da crotalária. Ou seja, ao longo de seu ciclo, a *C. juncea* se destaca em diferentes efeitos: no início do ciclo apresenta mais forte inibição química das plantas invasoras, e quando aumenta em tamanho forma massa sombreando as plantas remanescentes.

6. CONCLUSÕES

Os extratos de *C. juncea* aos 33 e 115 DAS tiveram efeito controle para *I. nil* quando aplicados em alta concentração, a 100%.

O extrato de *C. juncea* de primeira época (33 DAS) teve efeito controle para *M. pruriens* e *U. decumbens* quando aplicado em alta concentração 100%, mas menos severo em relação às outras espécies avaliadas.

Os extratos de *C. juncea* aos 33 e 115 DAS tiveram efeito controle para *P. maximum* quando aplicados em alta concentração 100%.

Crotalaria juncea tem maior efeito controle sobre as plantas daninhas quando a interação ocorre durante seu estágio vegetativo, concluindo-se que seu manejo em campo deve ser feito nesta época.

7. REFERÊNCIAS

- AMBROSANO, E. J. et al. Acumulo de biomassa e nutrientes por adubos verdes e produtividade da cana-planta em sucessão, em duas localidades de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.8, n.1, p.199-209, 2013.
- AMBROSANO, E.J.; MURAOKA, T.; AMBROSANO, G.M.B.; TRIVELIN, P.C.O.; WUTKE, E.B.; TAMISO, L.G. O papel das leguminosas para adubação verde em sistemas orgânicos. In: *Curso regional de agricultura orgânica/ adubação verde para agricultura orgânica*. Piracicaba-SP, p.17-76, 2000.
- AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A.A.; BRAGA, N. R.; MURAOKA, T. Leguminosas para adubação verde: uso apropriado em rotação de culturas. Campinas: CATI, 1997. 24p. (Apostila)
- AMBROSANO, E.J.; TRIVELIN, P.C.O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMASS, E.A.; GUIRADO, N.; ROSSI, F.; MENDES, P.C.D. MURAOKA, T. Utilization of nitrogen from green manure and mineral fertilizer by sugarcane. *Scientia Agricola*, v.62, p.534-542, 2005.
- ARAÚJO, E. de O. et al. 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.
- CARDOSO, E. de M. Contribuição para o estudo da adubação verde dos canaviais. 1956. 109f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CRUZ, A. C. R., DA CRUZ, T. S., REIS, T. C., et al. Avaliação do efeito alelopático de diferentes dosagens de extratos vegetais de *Crotalaria Juncea*. *Brazilian Journal of Development*, vol. 7, no 4, p. 40869-40881. 2021.
- DE OLIVEIRA M. W. et al. Adubação verde com crotalaria juncea em áreas de implantação ou reforma de canaviais, em pequenas propriedades rurais. In: *Extensão Rural: práticas e pesquisas para o fortalecimento da agricultura familiar*. v.2, 2021.

- ESPINDOLA JAA; GUERRA JGM; ALMEIDA DL. 1997. Adubação Verde: estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: EMBRAPA- CNPAB, 20 p. (EMBRAPA-CNPAB. Documentos, 42).
- FERREIRA, A. C. de B.; BOGIANI, J. C.; SOFIATTI, V.; LAMAS, F. M. Sistemas de cultivo de plantas de cobertura para a semeadura direta do algodoeiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2016. 15 p. (Embrapa Algodão. Comunicado técnico, 377).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco de Dados Agregados. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cana-de-acucar/br>>. Acesso em: 11 out. 2021.
- KROLL, A. P., et al. Consórcio de milho com *Crotalaria spectabilis*: produtividade e dinâmica de plantas daninhas. 2021.
- 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.
- LUZ, P.H.C; VITTI, G.C.; QUINTINO, T.A.; OLIVEIRA, D.B. Utilização da Adubação Verde na Cultura da Cana-de-Açúcar. Piracicaba: ESALQ, GAPE - Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, 2005.
- MANO, A. R. O. Efeito Alelopático do Extrato Aquoso de Sementes de Cumaru (*Amburana cearensis* S.) Sobre a Germinação de Sementes, Desenvolvimento e Crescimento de Plântulas de Alface, Picão-preto e Carrapicho. 2006. 102f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2006.
- MARTÍNEZ-MERA, E.; VALENCIA, E.; CUEVAS, H. Efectos alelopáticos de extractos acuosos de las leguminosas *crotalaria* [*Crotalaria júncea* (L.) Tropic Sun'], *canavalia* [*Canavalia ensiformis* (L.)] y *gandul* [*Cajanus cajan* (L.)'Lázaro'] en el desarrollo de los cultivos 12. J.Agric. Univ. P.R .VOL.100, NO.1, 2016.

- MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; COSTA, A.A.; ROSA, F.V.; COSTA, V.F. Efeito residual de leguminosas sobre o rendimento físico e econômico da cana planta. Campinas: Instituto Agrônômico, 1994, 15p. (Boletim técnico, 32).
- MENDES, C. T. Adubos verdes. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo. 1938. 80p.
- MIYASAKA, S. Histórico do estudo de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. Adubação Verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.64-123.
- RICE, E.L. (1984) Allelopathy. 2nd Edition, Academic Press, New York, 422.
- RIZVI S.J.H., HAQUE H., SINGH V.K., RIZVI V. (1992) A discipline called allelopathy. In: Rizvi S.J.H., Rizvi V. (eds) Allelopathy. Springer, Dordrecht.
- SCARTEZINI, L. O. Efeito alelopático do extrato aquoso de crotalária (*Crotalaria spectabilis* roth, família Fabaceae) sobre plantas daninhas e cultivadas, em condições de laboratório. 2020.
- SCIVITTARO, W.B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A.E.; TRIVELIN, P.C.O. Utilização de nitrogênio de adubos verdes e mineral pelo milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.24, p.917-926, 2000.
- VELINI, E. D. Hormesis: efeito de subdoses nas aplicações fitossanitárias. Congresso Brasileiro de Fitossanidade, 2019.
- WALLER, G.R. Introduction. In: MACIAS, F.A.; GALINDO, J.C.G.; MOLINILLO, J.M.G. & CUTLER, H.G. (Eds.) Recent advances in allelopathy. Cadiz, Serv. Pub. Univ. Cadiz, 1999. v.1, sem paginação.
- WARDLE, D. A. et al. Allelopathic influence of nodding thistle (*Carduus nutans* L.) seed on germination and radicle growth of pasture plants. New Zealand Journal Agriculture Research, v.34, n.2, p.185-191, 1991.
- WUTKE, E. B.; ARÉVALO, R. A. Adubação verde com leguminosas no rendimento da cana-de- açúcar e no manejo de plantas infestantes. Campinas: Instituto Agrônômico, 2006. 28 p. (IAC. Boletim técnico, 198). Série tecnologia APTA.