



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
AGRONOMIA



FABIANA ROBERTA DA SILVA RIBEIRO

**EXTRATO PIROLENHOSO NA REDUÇÃO DE DOSES DE 2,4-D E
PICLORAM NO CONTROLE DE *Senna obtusifolia***

RIO LARGO – AL

2024

FABIANA ROBERTA DA SILVA RIBEIRO

**EXTRATO PIROLENHOSO NA REDUÇÃO DE DOSES DE 2,4-D E
PICLORAM NO CONTROLE DE *Senna obtusifolia***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro de Engenharias e Ciências
Agrárias da Universidade Federal de Alagoas
– UFAL como parte dos requisitos para a
obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Renan Cantalice de
Souza

RIO LARGO – AL

2024

Catalogação na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

R484e Ribeiro, Fabiana Roberta da Silva.

Extrato pirolenhoso na redução de doses de 2,4-D e picloram no controle de *Senna obtusifolia*. / Fabiana Roberta da Silva Ribeiro. – 2024.

28 f.: il.

Orientador(a): Renan Cantalice de Souza.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2024.

Inclui bibliografia

1. Herbicidas seletivos. 2. Fitotoxicidade. 3. Manejo sustentável. I. Título.

CDU: 632.954

FOLHA DE APROVAÇÃO

FABIANA ROBERTA DA SILVA RIBEIRO

EXTRATO PIROLENHOSO NA REDUÇÃO DE DOSES DE 2,4-D E PICLORAM NO CONTROLE DE *Senna obtusifolia*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Campus de Engenharias e Ciências
Agrárias da Universidade Federal de Alagoas,
como requisito parcial para obtenção do título
de Engenheira Agrônoma.

Data de Aprovação: 20/09/2024.

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente

RENAU CANTALICE DE SOUZA

Data: 13/10/2024 20:32:23-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Renan Cantalice de Souza
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
(Orientador)



Documento assinado digitalmente

GUILHERME BASTOS LYRA

Data: 14/10/2024 08:45:22-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Guilherme Bastos Lyra
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
(Examinador)



Documento assinado digitalmente

ANA ROSA DE OLIVEIRA FARIA

Data: 14/10/2024 09:13:35-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Doutoranda no PPGA/UFAL Ana Rosa de Oliveira Farias
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
(Examinador)



Documento assinado digitalmente

FRANZONE DE JESUS FARIA

Data: 14/10/2024 09:20:27-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Doutorando no PPGPP/UFAL Franzone de Jesus
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
(Examinador)

DEDICATÓRIA

Ao meu Deus autor e consumador da minha fé, e aos meus filhos Miguel Ribeiro e Abner Ribeiro, que juntos tem sido combustível suficiente para me manter de pé.

É por vocês que luto todos os dias.

AGRADECIMENTOS

Que darei eu ao Senhor por todos os benefícios que me tem feito?
(*Salmo 116:12*).

A Ele toda honra, glória e louvor!

Então é dessa forma que expresso minha gratidão aos meus pais, em especial a minha mãe, por toda a dedicação e esforço para me educar da melhor forma possível. Tenho levado todos os seus conselhos e princípios adiante, e assim tentando fazer valer a pena na criação dos meus filhos. Ao meu esposo, que se não fosse ele abaixo de Deus eu não teria conseguido chegar até aqui. Muito obrigada por todo apoio, te amo!

Também quero agradecer a todos os meus companheiros de sala de aula, que desde o começo lutaram juntos comigo para alcançarmos nosso objetivo. Alguns durante todos esses anos foram mais que colegas, mais que amigos, foram irmãos. Espero ter sido recíproca a todos. Emanuel Araújo do Nascimento, só Deus para recompensá-lo meu amigo.

Sei que não foi fácil para ninguém, mas até aqui tem nos ajudado o Senhor.

A minha eterna gratidão a minhas duas companheiras e amigas que com certeza não poderia deixar de citar o nome delas aqui: Élida Correia e Deborah Lopes, pois estiveram comigo em todos os momentos da graduação. Vocês são preciosas. Amo vocês e torço muito pelo sucesso das duas.

A todo corpo docente de Agronomia que foi essencial em meu processo de aprendizado na graduação. Ao professor Dr. Cicero Eduardo Ramalho Neto por ter sido o primeiro a acreditar em meu potencial, e desde o começo do curso sempre me deu os melhores conselhos, esses que levei até o final, o meu muito obrigada!

Também ao meu orientador Dr. Renan Cantalice e ao meu coorientador Leandro Casado, por toda paciência e suporte desde a montagem do trabalho até a conclusão do mesmo.

Esse trabalho foi desenvolvido em um momento de grande desafio em minha vida, e em meio a uma gestação foi concluído. Portanto celebro cada segundo essa vitória. Só Deus sabe o caminho que percorri para chegar até aqui!

Sem mais, externo o que está em meu coração: Gratidão!

E faço minhas as palavras de St. Agostinho aonde ele diz que enquanto houver vontade de lutar, haverá esperança de vencer.

Obrigada!

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a redução de doses de 2,4-D e picloram usando o extrato pirolenhoso e adjuvante de óleo mineral no controle da *Senna obtusifolia*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizado no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas. O delineamento estatístico adotado foi inteiramente casualizado no esquema fatorial 2x4, com quatro repetições de extrato pirolenhoso. Os tratamentos constituíram da combinação de dois tipos de adjuvantes (com e sem óleo mineral) e quatro misturas de herbicida com extrato pirolenhoso (sem herbicida, 0,5 L ha⁻¹ de herbicida + 1L de extrato pirolenhoso, 1 L ha⁻¹ do herbicida + 0,5 L de extrato pirolenhoso e 1,5 L ha⁻¹ do herbicida). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Verificou-se que as médias de massa seca relativa (%) e fitointoxicação da dose de 1 L de 2,4-D e Picloram com 0,5 L de extrato pirolenhoso não apresentou diferenças significativas da dose comercial (1,5 L de 2,4-D e Picloram), em ambos os tratamentos com e sem óleo mineral. Dessa forma, similar à fitointoxicação, a redução de 0,5L da mistura do herbicida com o acréscimo de 0,5L de extrato pirolenhoso pode ser eficiente no controle da *Senna obtusifolia*. A redução de 0,5 L do herbicida a base de 2,4-D e Picloram, com acréscimo do extrato pirolenhoso apresentou eficiência igual à dose comercial.

Palavras-chave: Herbicidas seletivos. Fitotoxicidade. Manejo sustentável.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the reduction in doses of 2,4-D and picloram using pyroligneous extract and mineral oil adjuvant to control *Senna obtusifolia*. The experiment was carried out in a greenhouse at the Campus of Engineering and Agrarian Sciences of the Federal University of Alagoas. The statistical design adopted was entirely randomized in a 2x4 factorial scheme, with four pyroligneous extractions. The treatments consisted of a combination of two types of adjuvant (with and without mineral oil) and four mixtures of herbicide and pyroligneous extract (no herbicide, 0.5 L ha⁻¹ of herbicide + 1 L of pyroligneous extract, 1 L ha⁻¹ of herbicide + 0.5 L of pyroligneous extract and 1.5 L ha⁻¹ of herbicide). The data obtained was submitted to analysis of variance and the means were compared using the Tukey test at 5% probability. It was found that the mean relative dry mass (%) and phytoinhibition of the 1 L dose of 2,4-D and Picloram with 0.5 L of pyroligneous extract did not differ significantly from the commercial dose (1.5 L of 2,4-D and Picloram), in both treatments with and without mineral oil. In this way, similar to phytoinhibition, reducing the herbicide mixture by 0.5L with the addition of 0.5L of pyroligneous extract can be effective in controlling *Senna obtusifolia*. The reduction of 0.5 L of the herbicide based on 2,4-D and Picloram, with the addition of the pyroligneous extract showed efficiency equal to the commercial dose.

Keywords: Selective herbicides. Phytotoxicity. Sustainable management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. (A) Sementeira criada para a emergência da plântula. (B) Plantas transplantadas em vasos definitivos.....	18
Figura 2. Aplicação dos tratamentos às plantas de <i>Senna obtusifolia</i> (mata-pasto).20	
Figura 3. Efeitos observados a partir da primeira aplicação.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos das combinações da mistura de herbicida e extrato pirolenhoso com adjuvante de óleo mineral.....	19
Tabela 2. Quadrados médios da análise de variância das variáveis: fitointoxicação e massa seca relativa (%) do mata-pasto (<i>Senna obtusifolia</i>) submetido a diferentes doses de 2,4-D e Picloram com extrato pirolenhoso combinados ao adjuvante de óleo mineral.	21
Tabela 3. Fitointoxicação de plantas de mata-pasto (<i>Senna obtusifolia</i>), 45 dias após aplicação (DAA).....	22
Tabela 4. Massa seca relativa (%) de plantas de mata-pasto (<i>Senna obtusifolia</i>), 45 Dias após aplicação.	24

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	MANEJO DE PLANTAS DANINHAS	15
2.2	SENNA OBTUSIFOLIA	16
2.3	O USO DO EXTRATO PIROLENHOSO	16
2.4	PICLORAM + 2,4-D	17
3.	MATERIAL E MÉTODOS	18
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1	FITOINTOXICAÇÃO	21
4.2	MASSA SECA RELATIVA (%)	24
5.	CONCLUSÃO.....	26
	REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

As plantas daninhas são um dos principais fatores limitantes na produção agrícola. Além de competir diretamente com a cultura de interesse por água, luz, espaço, e nutrientes, elas também causam danos indiretos, uma vez que são hospedeiras em potencial de pragas e doenças que ocasionam efeitos destrutivos nas lavouras e declínio da produtividade (BIFFE et al., 2018; ZIMDAHL, 2007). Alguns estudos apontam que 15% da produção mundial de grãos é afetada devido à presença de plantas infestantes nas lavouras (OLIVEIRA et al., 2018).

Os fatores que interferem entre as plantas cultivadas e as plantas daninhas dependem de diversas razões relacionadas à comunidade infestante, como sua composição e quantidade. Gênero, espécie e cultivar também influenciam significativamente. Um ponto importante é a época e a duração do período de convivência entre as culturas e as plantas daninhas, podendo ser ajustadas por meio de práticas de manejo, como o ajuste do período de plantio para evitar épocas de alta infestação, a escolha de cultivares mais competitivos ou tolerantes às plantas daninhas, o manejo de irrigação para favorecer a cultura em detrimento das invasoras, e a aplicação seletiva de herbicidas para reduzir a pressão competitiva das plantas daninhas sem afetar a cultura principal (PITELLI, 1985).

Portanto, podemos destacar a *Senna obtusifolia*, uma planta encontrada facilmente no Brasil, conhecida como fedegoso, fedegoso-branco, mata-pasto e mata-pasto liso (LORENZI, 1991). A *Senna obtusifolia* possui grande importância econômica, especialmente como planta invasora em solos cultivados, como pastagens, lavouras de soja e terrenos baldios, onde pode competir com culturas agrícolas e reduzir a produtividade. Além disso, seus componentes tóxicos, como alcaloides, albuminas tóxicas, autotoxinas e antraquinonas, podem representar riscos tanto para o gado quanto para o ambiente, exigindo manejo adequado para evitar prejuízos econômicos significativos (CÂNDIDO, 2010).

O manejo de plantas daninhas é fundamental na agricultura, sendo o controle químico uma das principais formas de manejo devido à sua eficiência e facilidade de aplicação. Herbicidas são amplamente utilizados para combater plantas invasoras que afetam a produtividade agrícola. Dentro do grupo dos herbicidas auxínicos ou mimetizadores de auxina, destacam-se o 2,4-D e o picloram (ácido 4-amino 3,5,6-

tricloro-2-piridinacarboxílico), ambos com um grande número de produtos registrados para uso na agricultura, somando 92 produtos (SANTOS, 2021).

Os herbicidas semelhantes de auxina são altamente ativos em espécies eudicotiledôneas, sendo amplamente utilizados no controle de plantas invasoras. Estudos demonstram que o picloram pode ser detectado no solo até 360 dias após a aplicação, evidenciando sua persistência e efeito residual prolongado. Em contraste, o 2,4-D apresenta ação residual menor, com meia-vida de aproximadamente 10 dias, o que reduz seu impacto a longo prazo, mas exige aplicações mais frequentes para manter o controle efetivo das plantas daninhas (BARROS, 2017).

Sendo bastante utilizados na agricultura, em especial na monocultura, os herbicidas podem garantir maior qualidade na lavoura, devido ao controle eficiente de plantas daninhas, diminuindo com isso a competitividade com a cultura. Mas vale salientar que deve ser tomado todos os cuidados necessários, pois o uso indevido ou exagerado, pode acarretar grandes danos ao meio ambiente e até a saúde humana (BELCHIOR et al., 2017).

Dito isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a redução de doses de 2,4-D e picloram usando extrato pirolenhoso e adjuvante de óleo mineral no controle da *Senna obtusifolia*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Manejo de plantas daninhas

Conhecer e controlar as plantas daninhas tem sido de forma primordial uma busca para a melhoria dos índices de produtividade da atividade pecuária, e esse controle pode acontecer de diversas maneiras. A exemplo do método químico, que com a utilização de herbicidas, é capaz de reduzir os custos de mão-de-obra, podendo assim eliminar as plantas indesejáveis nas pastagens (PELLEGRINI et al. 2010).

A identificação das plantas daninhas presentes na área é importante para o manejo eficaz, pois permite a escolha adequada do herbicida, garantindo maior eficiência no controle. A correta identificação é crucial porque plantas daninhas de diferentes espécies podem apresentar sensibilidades variadas a mecanismos de ação específicos dos herbicidas. O uso inadequado pode resultar em controle ineficaz ou até em resistência das plantas daninhas, o que compromete a produtividade das culturas (BARROSO et al., 2010; CIESLIK et al., 2013).

Os herbicidas são classificados por grupos químicos, e também de acordo com o seu mecanismo de ação. Quando os herbicidas possuem o mesmo mecanismo de ação, podem causar os mesmos sintomas nas plantas, por esse motivo são aplicados com o mesmo método (ROMAN et al. 2005). Para Roman, apesar de já haver muita informação sobre diversos herbicidas e seus mecanismos de ação, não se sabe ao certo como as plantas morrem decorrente a esses mecanismos. Desenvolvidos normalmente com o objetivo de controlar plantas daninhas em algumas culturas, é importante analisar antes da aplicação, os estádios de desenvolvimento da planta, já que em algumas daninhas são mais fáceis de controlar nos estádios iniciais (ROMAN et al. 2005).

Tendo efeito mais duradouro no solo, as moléculas de 2,4-D e picloram tem sido muito utilizada, pois conseguem controlar as plantas daninhas por períodos mais longos. Essas moléculas compõem a maioria das formulações comerciais que são recomendadas para pastagens (BRAGA, 2013).

2.2 *Senna obtusifolia*

A *S. obtusifolia*, é uma planta da família *Leguminosae Caesalpinoideae*. É uma planta que se desenvolve espontaneamente no Brasil inteiro (MOREIRA e BRAGANÇA, 2011). É uma espécie que possui alta produtividade, sendo assim capaz de produzir grandes quantidades de frutos (TOPANOTTI et al., 2014).

Segundo Édipo (2019), o gênero *Senna* é constituído por mais de 260 espécies incluindo arbustos, árvores e ervas distribuídas em regiões tropicais e subtropicais de todo mundo. É uma planta anual, subarbustiva, lenhosa, ereta, com forte cheiro, desprovida de nódulos radiculares fixadores de nitrogênio; de 70-160 cm de altura, nativa, provavelmente do Continente Americano (LORENZI, 2000).

Costa et al. (2002) informa que ela é uma planta de 1,5-2,0 m de altura, de crescimento ereto e caule sem espinhos, com suas folhas paripinadas de três pares de folíolos, que não possuem pelos e são quebradiças. Elas possuem flores com pétalas amarelas, tem vagens compridas, finas e curvas, com aproximadamente 10-12 cm de comprimento.

A *S. obtusifolia* é uma espécie arbustiva, com um grande potencial para atuação em áreas degradadas. Mesmo com esse grande potencial, algumas espécies desse gênero podem apresentar sementes dormentes. Sementes essas, que necessitam passar pela aceleração da germinação, resultando na necessidade de formação de mudas (TOPANOTTI et al., 2014).

2.3 O uso do extrato pirolenhoso

O extrato pirolenhoso, vem sendo utilizado para diversos fins na agricultura, como a melhoria do desenvolvimento vegetativo, a fertilização orgânica, o condicionamento do solo e a indução de enraizamento (SOUZA, 2020).

O extrato pirolenhoso, surge a partir do processo de carbonização da madeira ou do bambu para a produção do carvão, a partir de um líquido formado pela

condensação da fumaça durante a queima, sendo também conhecido como ácido pirolenhoso ou compostos orgânicos que são logrados de várias espécies vegetais, a exemplo do bambu e o eucalipto (GUIRRA, 2003; ALVES, 2006; CAMPOS, 2007).

É recomendada diferentes concentrações e soluções de extrato pirolenhoso para o controle de doenças fúngicas, ácaros, insetos e nematoides em diversas plantas, e são feitas aplicações tanto em forma de pulverização foliar, como diretamente no solo (MIYASAKA et. al.; 2006).

Costa et al. (2010) e Zeferino et al. (2016), já identificaram a ação herbicida do extrato pirolenhoso. No controle de tiririca (*Cyperus Rotundus L.*), picão-preto (*Bidens pilosa*), caruru de mancha (*Amaranthus viridis*) e capim brachiaria (*Brachiaria decumbens*).

2.4 PICLORAM + 2,4-D

Pertencente ao grupo químico oriundo do ácido picolínico, o picloram proporciona rápida absorção foliar e radicular nas aplicações diretamente no toco da planta (NUNES, 2001). Sendo o integrante determinantemente mais forte desta família de herbicidas, o seu tempo de vida nos solos, pode durar entre um mês e três anos a depender da taxa de aplicação, do tipo de solo, temperatura ou até umidade (DIAS FILHO, 1990).

O 2,4-D após ser aplicado, é absorvido e transportado dentro da planta. Então ele vai em direção as áreas meristemáticas e ali agrupa-se. Sendo esses os pontos de crescimento das raízes, ele ocasiona um distúrbio nas células, fazendo com que o transporte de água e nutrientes sejam impedidos de passar (NASCIMENTO e YAMASHITA, 2009).

Há vários estudos sobre os efeitos nos organismos dos ecossistemas relacionados ao 2,4-D. Inclusive quando se trata da neurotoxicidade do sistema nervoso central (SNC). Um ponto relevante, é que no Brasil essa substância vem sendo muito utilizada, e de forma acelerada (PINTO, 2020).

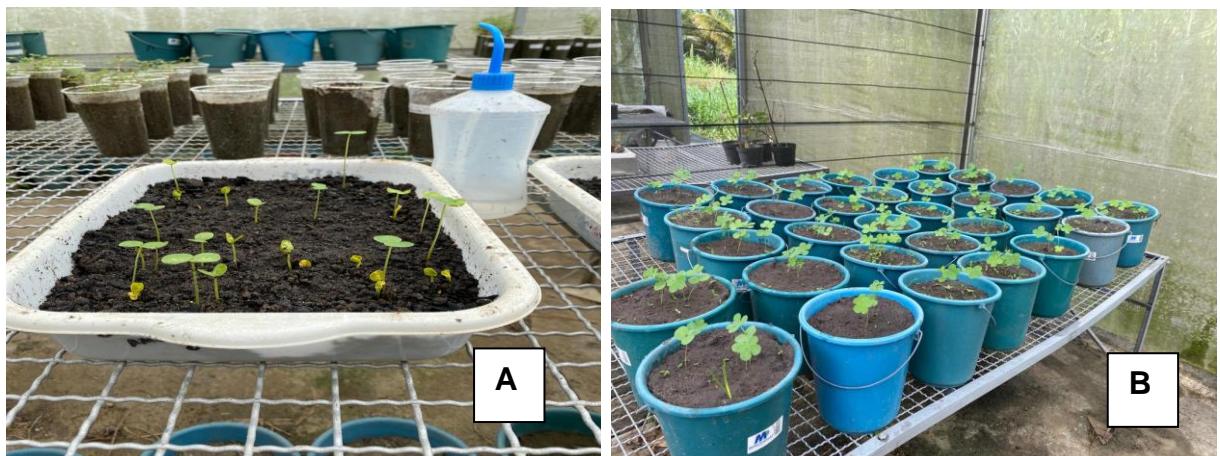
3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, UFAL, localizado no município de Rio Largo, AL, (latitude 9° 29' 45" S, longitude 35° 49' 54" W, altitude de 127 metros).

O município de Rio Largo está situado na região de Tabuleiros Costeiros de Alagoas, tendo como vegetação nativa predominante, a Mata Atlântica. O clima desta região é quente e semi-úmido, com temperatura média anual de 25,4 °C, umidade relativa do ar de 70% e precipitação pluvial média anual de 1.810 mm (SOUZA et.al., 2004).

O plantio das sementes de *S. obtusifolia* foi realizado em bandejas como sementeiras (Figura 1-A), e logo após as plantas emitirem as primeiras folhas, foi feito o transplantio para vasos de 5L (Figura 1-B), mantendo assim 4 plantas por vaso.

Figura 1. (A) Sementeira criada para a emergência da plântula. (B) Plantas transplantadas em vasos definitivos.



Fonte: Autora (2023).

O delineamento estatístico adotado foi inteiramente casualizado no esquema factorial 2x4, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram da combinação de dois tipos de adjuvantes (com e sem óleo mineral) e quatro misturas de herbicida com extrato pirolenhoso (sem herbicida, 0,5 L ha⁻¹ de herbicida + 1L de extrato

pirolenhoso, 1 L ha⁻¹ do herbicida + 0,5 L de extrato pirolenhoso e 1,5 L ha⁻¹ do herbicida) (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos das combinações da mistura de herbicida e extrato pirolenhoso com adjuvante de óleo mineral.

Tratamentos	Combinações
T1	0 L (testemunha absoluta)
T2	0,5 L de 2,4-D e Picloram + 1L de extrato pirolenhoso
T3	1 L de 2,4-D e Picloram + 0,5 L de extrato pirolenhoso
T4	1,5 L de 2,4-D e Picloram + 0,0 L de extrato pirolenhoso (dose comercial)
T5	0 L + óleo (testemunha)
T6	0,5 L de 2,4-D e Picloram + 1L de extrato pirolenhoso + óleo
T7	1 L de 2,4-D e Picloram + 0,5 L de extrato pirolenhoso + óleo
T8	1,5 L de 2,4-D e Picloram + 0,0 L de extrato pirolenhoso + óleo

Fonte: Autora (2023).

Para execução dos trabalhos, foi utilizado um extrato pirolenhoso comercial de nome SDM Extrato pirolenhoso®, da empresa SDM Adubos, e o herbicida de nome comercial Tractor®, da empresa Sumitomo Chemical, que possui em sua composição as moléculas de 2,4-D (40,6% m v⁻¹) e Picloram (10,3% m v⁻¹).

Para a aplicação dos tratamentos, utilizou-se um pulverizador costal pressurizado a CO₂, com pontas tipo leque Teejet XR 110 02-VS, com pressão constante de 200 kPa, proporcionando volume de calda de 120 L ha⁻¹ (Figura 2).

Figura 2. Aplicação dos tratamentos às plantas de *Senna obtusifolia* (mata-pasto).



Fonte: Autora (2023).

As avaliações foram realizadas no 45º dia após a aplicação, em que foram avaliadas a massa seca relativa (MS%) e a fitointoxicação pela escala de notas visual proposta pela por intermédio da escala visual da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBPCD, 1995), que se estende de 0 a 100, de modo que quanto maior a nota, maior a fitotoxicidade sofrida, sendo 100 a morte da planta.

Conceito	Nota	Observação
Muito leve	0-5	Sintomas fracos ou pouco evidentes. Nota zero quando não se observam quaisquer alterações na cultura.
Leve	6-10	Sintomas nítidos, de baixa intensidade.
Moderada	11-20	Sintomas nítidos, mais intensos que na classe anterior.
Aceitável	21-35	Sintomas pronunciados, porém totalmente tolerados pela cultura.
Preocupante	36-45	Sintomas mais drásticos que na categoria anterior, mas ainda passíveis de recuperação, e sem expectativas de redução no rendimento econômico.
Alta	46-60	Danos irreversíveis, com previsão de redução no rendimento econômico.
Muito alta	61-100	Danos irreversíveis muito severos, com previsão de redução drástica no rendimento econômico. Nota 100 para morte de toda a cultura.

Adaptado de SBPCD (1995).

Escala de notas utilizada para avaliação visual de fitotoxicidade de herbicidas

Os dados obtidos passaram por análise de variância e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey à 5% de probabilidade, com o auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadrados médios das doses de 2,4-D e Picloram com extrato pirolenhoso (mistura) indicaram diferenças significativas a 1% de probabilidade para fitointoxicação e massa seca relativa (%). As médias dos adjuvantes apresentaram diferenças significativas a 1% de probabilidade para massa seca relativa (%) e não significativas para fitointoxicação. Não houve interação significativa entre a mistura e o adjuvante para todas as variáveis analisadas (Tabela 2).

Tabela 2. Quadrados médios da análise de variância das variáveis: fitointoxicação e massa seca relativa (%) da *Senna obtusifolia* submetida a diferentes doses de 2,4-D e Picloram com extrato pirolenhoso combinados ao adjuvante de óleo mineral.

Fonte de Variação	G.L.	Fitointoxicação	Massa seca relativa
Mistura	3	16329,20**	12896,66**
Adjuvante	1	13,78 ^{ns}	528,37**
Mistura*Adjuvante	3	36,28 ^{ns}	121,68 ^{ns}
Resíduo	24	18,36	57,69
Média		65,03	33,94

ns e **: não significativo e significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F, respectivamente.

4.1 Fitointoxicação

Na escala de fitointoxicação, verificou-se que as combinações das doses aplicadas de 2,4-D e Picloram com extrato pirolenhoso proporcionou maior dano a *Senna obtusifolia* do que a testemunha, com e sem óleo. Nesse sentido, a presença do adjuvante de óleo mineral possibilitou incrementar as notas de fitointoxicação, em termos de média, dentre as plantas que foram submetidas aos tratamentos (Tabela 3). Vale ressaltar que devido as avaliações estarem ligadas a danos visuais, não houve sintoma visual das plantas com óleo e sem óleo, mas sim uma redução da massa seca, levando a entender que a planta sofreu um dano na cutícula, tendendo a aumentar seu metabolismo e perder mais água, assim ela teve uma redução do

seu desenvolvimento. Portanto esse dado será expresso posteriormente na massa seca (%).

A dose de 1 L de 2,4-D e Picloram com 0,5 L de extrato pirolenhoso, em termos de média, não apresentou diferenças significativas da dose comercial (1,5 L de 2,4-D e Picloram), em ambos os tratamentos com e sem óleo mineral (Tabela 3). Desse modo, a redução de 0,5L da mistura do herbicida com o acréscimo de 0,5L de extrato pirolenhoso pode ser eficiente no controle da *Senna obtusifolia*.

Tabela 3. Fitointoxicação de plantas de mata-pasto *Senna obtusifolia*, 45 dias após aplicação (DAA).

Combinações	Sem Óleo	Com Óleo
0 L	0,00 Aa*	0,00 Aa
0,5 L de 2,4-D e Picloram + 1L de extrato pirolenhoso	65,00 Ba	72,50 Bb
1 L de 2,4-D e Picloram + 0,5 L de extrato pirolenhoso	95,00 Ca	95,00 Ca
1,5 L de 2,4-D e Picloram + 0,0 L de extrato pirolenhoso	97,50 Ca	95,25 Ca
CV	6,59%	

Nota: * Médias de tratamentos seguidas de letras maiúscula diferentes, na coluna, e minúscula, na linha, diferem entre si, pelo teste de tukey a 5% de probabilidade; EXTRATO PIROLENHOSO: extrato pirolenhoso.

Notou-se desde as primeiras aplicações das doses de 2,4-D e Picloram com extrato pirolenhoso às plantas de *Senna obtusifolia*, que houve rápida queima das folhas mais jovens (Figura 3). Esse efeito pode ser associado ao extrato pirolenhoso, que apresenta alta concentração de compostos metabólicos secundários existentes na solução (GUIMARÃES NETO, 2018).

Figura 3. Efeitos observados a partir da primeira aplicação.



Fonte: Autora (2023)

Observou-se que a partir do terceiro dia houve o engrossamento do caule, o crescimento desordenado das novas brotações e o encarquilhamento das folhas, os quais podem ser atribuídos ao 2,4-D. O desempenho do 2,4-D é semelhante ao das auxinas, que promove a aceleração dos ácidos nucléicos (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2005; FERREIRA et al., 2005).

Em trabalho realizado por Severino et al. (2004), ao analisarem os sintomas de fitotoxicidade causada pelo herbicida 2,4-D em plântulas de mamoneira, verificaram a presença de pecíolos retorcidos e deformados com redução do número de folhas.

Visualizou-se que a média de fitointoxicação da dose de 0,5 L de 2,4-D e Picloram com 1L de extrato pirolenhoso com o óleo mineral proporcionou maiores danos às plantas de mata-pasto do que na ausência do adjuvante (Tabela 3). O adjuvante ao ser utilizado com o herbicida possibilita aumentar a absorção deste e reduzir a sua dosagem (VARGAS e ROMAN, 2006).

Em trabalho de Zeferino et al. (2016), ao avaliarem os efeitos de herbicida comercial, extrato pirolenhoso e misturas na germinação de sementes de *Bidens pilosa* (picão-preto), *Amaranthus viridis* (caruru de mancha) e *Brachiaria decumbens* (capim brachiaria), verificaram que o extrato pirolenhoso em uso puro e em misturas com herbicida comercial é efetivo no controle da germinação das plantas daninhas.

4.2 MASSA SECA RELATIVA (%)

Verificou-se que a média de massa seca relativa (%) da testemunha absoluta difere a 5% de probabilidade de erro das médias da testemunha com óleo mineral, de modo que a presença do adjuvante reduziu a massa assimilada do mata-pasto em aproximadamente 20% (Tabela 4). Assim, essa redução da matéria seca pode ser atribuída ao óleo mineral, que ao remover a cutícula, aumenta a transpiração e a perda de água da planta (TAIZ et al., 2017).

Notou-se que a média de massa seca relativa (%) da dose de 0,5 L de 2,4-D e Picloram com 1L de extrato pirolenhoso apresentou redução significativa em relação à testemunha, em ambos os tratamentos com e sem óleo mineral, com decréscimo de 38,62 e 31,70, respectivamente. Nesse sentido, a média dessa variável na dosagem de 0,5 L de 2,4-D e Picloram com 1L de extrato pirolenhoso sem adjuvante das médias da concentração de 0,5 L de 2,4-D e Picloram com 1L de extrato pirolenhoso com o óleo mineral, de modo que esta proporcionou menores matéria seca às plantas de *Senna obtusifolia* (Tabela 4).

A média de massa seca relativa (%) da dose de 1 L de 2,4-D e Picloram com 0,5 L de extrato pirolenhoso não apresentou diferenças significativas da dose comercial (1,5 L de 2,4-D e Picloram), em ambos os tratamentos com e sem óleo mineral (Tabela 4). Dessa forma, similar à fitointoxicação, a redução de 0,5L da mistura do herbicida com o acréscimo de 0,5L de extrato pirolenhoso pode ser eficiente no controle da *Senna obtusifolia*.

Tabela 4. Massa seca relativa (%) de plantas de *Senna obtusifolia*, 45 Dias após aplicação.

Combinações	Sem Óleo	Com Óleo
0 L	100 Aa*	80,60 Ab
0,5 L de 2,4-D e Picloram + 1L de extrato pirolenhoso	38,62 Ba	31,70 Ba
1 L de 2,4-D e Picloram + 0,5 L de extrato pirolenhoso	8,16 Ca	3,77 Ca
1,5 L de 2,4-D e Picloram + 0,0 L de extrato pirolenhoso	5,25 Ca	3,45 Ca
CV		22,38%

Nota: * Médias de tratamentos seguidas de letras maiúscula diferentes, na coluna, e minúscula, na linha, diferem entre si, pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Em trabalho de Souza Júnior (2023), ao avaliar o uso do extrato pirolenhoso com glifosato no controle de capim-colonião (*Megathyrsus maximus*), verificou-se que a combinação de 1,5 L Glifosato e 2,0 L extrato pirolenhoso na presença do óleo mineral foi mais eficiente na redução da massa seca relativa (%) do capim-colonião do que a dose comercial (3,5 L de Glifosato).

Em estudo realizado por Zeferino et al. (2018), ao testar o uso do extrato pirolenhoso como adjuvante de Oxifluorfen na germinação de três sementes de plantas daninhas (*Brachiaria decumbens*, *Bidens pilosa* e *Amaranthus viridis*), constataram que o extrato pirolenhoso apresentou ação herbicida quando aplicado em concentração elevada (extrato pirolenhoso - 500 L ha⁻¹), o que inibiu todas as plantas avaliadas nessa dosagem, superando até mesmo a dose comercial do herbicida (Oxifluorfen - 960 g.i.a ha⁻¹). Além disso, esses autores também verificaram que o extrato pirolenhoso apresentou ação adjuvante, que otimizou o efeito do herbicida em todas as parcelas.

No trabalho de Rocha et al. (2022), ao avaliar o uso de dois tipos de extratos pirolenhosos (preto e amarelo) na germinação de sementes de três forrageiras (*Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv. MG5 e milho híbrido AG 1051), verificaram que o aumento das concentrações de extrato pirolenhoso preto reduziu o desenvolvimento do meristema apical de caule e raiz e o extrato pirolenhoso amarelo não permitiu a germinação das sementes de Mombaça em qualquer concentração avaliada. Esse efeito do extrato pirolenhoso pode ser atribuído aos mais de 200 compostos presentes no extrato (LOURENÇO et al., 2021).

Novos estudos com extrato pirolenhoso no manejo de plantas daninhas necessitam que sejam realizados em mais espécies, para comprovação do seu efeito como adjuvante e como herbicida.

5. CONCLUSÃO

A redução de 0,5 L do herbicida a base de 2,4-D e Picloram, com acréscimo do extrato pirolenhoso apresentou eficiência igual à dose comercial.

Os tratamentos que houve acréscimo com óleo mineral, tiveram melhores resultados, que os tratamentos apenas com água.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. **Impactos da utilização de fino de carvão e extrato pirolenhoso na agricultura.** 2006. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal. 52p. 2006.

BARROS, J. Controlo de infestantes na cultura do Grão-de-bico com o herbicida Challenge®. 2017.

BARROSO, A. A. M. et al. Interferência entre espécies de planta daninha e duas cultivares de feijoeiro em duas épocas de semeadura. **Bragantia**, v. 69, p. 609-616, 2010.

BELCHIOR, D. C. V. et al. Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 34, n. 1, p. 135-151, 2017.

BIFFE, D. F. et al. Interferência das plantas daninhas nas plantas cultivadas. **Hortaliças-fruto-EDUEM**, p. 339-355, 2018.

BRAGA, R. R. Crescimento de Brachiaria brizantha e seu potencial para remediação de solo contaminado com picloram em três valores de pH. 2013.

CAMPOS, Â. D. Técnicas para produção de extrato pirolenhoso para uso agrícola. 2007.

CÂNDIDO, A. C. S. et al. Potencial alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinoideae): bioensaios em laboratório. **Acta botânica brasílica**, v. 24, p. 235-242, 2010.

CIESLIK, L. F. et al. Fatores ambientais que afetam a eficácia de herbicidas inibidores da ACCase: Revisão. **Planta daninha**, v. 31, p. 483-489, 2013.

COSTA, A. S. J. et al. Leguminosas forrageiras da Caatinga: espécies importantes para as comunidades rurais do sertão da Bahia. 2002.

COSTA, N. V. et al. Seletividade de herbicidas aplicados na grama Batatais e na grama São Carlos. **Planta Daninha**, v. 28, p. 365-374, 2010.

DIAS FILHO, M. B. **Plantas invasoras em pastagens cultivadas da Amazônia: estratégias de manejo e controle.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Umido, 1990.

ÉDIPÔ, A. G. Espécies do gênero *Senna*: diversidade e distribuição. Brasília: Editora Botânica, 2019.

FERREIRA, F. A. et al. Mecanismos de ação de herbicidas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO**. p. 141-192. 2005.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

GUIMARÃES NETO, J. T. Influência do extrato pirolenhoso no controle da tiririca *Cyperus* sp. 2018.

GUIRRA, L. Agricultores conhecem benefícios do carvão e do extrato pirolenhoso. 2003.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. Nova Odessa, 1991.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 2^a ed. Plantarum, Nova Odessa, 2000.

LOURENÇO, Y. B. C. et al. Influência do Extrato Pirolenhoso na germinação de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 31016-31035, 2021.

MIYASAKA, S. et al. Derivados de carvão vegetal, extrato pirolenhoso e fino de carvão na agricultura natural. **São Paulo**, 2006.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. Manual de identificação de plantas infestantes. **Campinas: FMC Agricultural Products**, 2011.

NASCIMENTO, E. R.; YAMASHITA, O. M. Desenvolvimento inicial de olerícolas cultivadas em solos contaminados com resíduos de 2, 4-d+ picloram. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p. 47-54, 2009.

NUNES, Saladino Gonçalves. **Controle de plantas invasoras em pastagens cultivadas nos cerrados**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2001.

OLIVEIRA, M. F. et al. Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. 2018.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. et al. Mecanismos de ação de herbicidas. **Biologia e manejo de plantas daninhas**, v. 1, p. 142-192, 2005.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. et al. Efeito de subdoses de 2,4-D na produtividade de uva Itália e suscetibilidade da cultura em função de seu estádio de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. esp., p. 35–40, 2007.

PELLEGRINI, L. G. et al. Produção de forragem e dinâmica de uma pastagem natural submetida a diferentes métodos de controle de espécies indesejáveis e à adubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2380-2388, 2010.

PINTO, B. G. S. Análise da toxicidade do herbicida 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxyacético) sobre o desenvolvimento inicial de embriões de ave (*Gallus gallus domesticus* L. 1758). 2020. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso II – Curso

de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

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

ROCHA, F. T.; CRUZ, I. V.; LEITE, H. M. F.; NETO, A. C. F.; FERREIRA, E. Extrato pirolenhoso na germinação de sementes forrageiras. **Conjecturas**, v. 22, Nº 2, 2022.

ROMAN, E. S.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M. A. Seletividade e eficiência do herbicida flumiclorac-pentil no controle de *Euphorbia heterophylla* na cultura de soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n. 1, p. 156-162, 2005.

SANTOS, N. E. A. et al. Avaliação da eficiência de 2, 4-D+ Picloram na dose recomendada em diferentes alturas de corte de *Sida cordifolia* L. 2021.

SEVERINO, L. S. et al. Sintomas de fitotoxicidade causada pelo herbicida 2,4-D em plântulas de mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 785-787, 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995.

SOUZA, J.L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R.F.F. TEODORO, I.; SANTOS, E.A.; SILVA, J.L.; SILVA, P.R.T.; CARDIM, A.H.; AMORIN, E.C. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do tabuleiro costeiro de Maceió, AL, período de 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.12, n.1, p.131-141, 2004.

SOUZA, J. R. Extrato pirolenhoso na agricultura: propriedades e aplicações. São Paulo: Editora Agropecuária, 2020.

SOUZA JÚNIOR, B. S. Uso de extrato pirolenhoso com glifosato para o controle de *Megathyrsus maximus*. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Agronomia. 2023.

TAIZ, Lincoln et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TOPANOTTI, L. R. et al. GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SENNA OBTUSIFOLIA (L.) H. S. IRWIN & BARNEBY (FABACEAE) VISANDO A RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2014.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 7 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 56).

ZEFERINO, Indiara; DE LIMA, Edson Alves; VIEIRA, Elisa Serra Negra. Uso de extrato pirolenhoso em mistura com herbicida no controle da germinação de plantas daninhas. In: **Embrapa Florestas-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: **EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS**. 2016.

ZEFERINO, I. et al. Uso do extrato pirolenhoso como adjuvante de herbicida. In: Evento de iniciação científica da Embrapa Florestas, 15, 2018, Colombo. Anais. Colombo: Embrapa Florestas, 2018.

ZIMDAHL, R. L. Weed-crop competition: a review. 2007.