

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS

THIAGO CACÇÃO VILLA

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Bixa orellana* L. SOBRE SEMENTES
DE *Bidens pilosa* L. E *Raphanus sativus* L.

DISSERTAÇÃO

DOIS VIZINHOS

2019

THIAGO CACÇÃO VILLA

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Bixa orellana* L. SOBRE SEMENTES
DE *Bidens pilosa* L. E *Raphanus sativus* L.

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós Graduação em
Agroecossistemas da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos – UTFPR-
DV, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em
Agroecossistemas

Orientador: Prof. Dr. Pedro Valério
Dutra de Moraes

DOIS VIZINHOS

2019



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS

TERMO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO N. 35

Potencial alelopático de *Bixa orellana* L. sobre sementes de *Bidens pilosa* L. e *Raphanus sativus* L.

THIAGO CACÇÃO VILLA

Dissertação apresentada às oito horas e trinta minutos do dia vinte e oito de fevereiro de dois mil e dezenove, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGROECOSSISTEMAS, Linha de Pesquisa – Manejo e Conservação de Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (Área de Concentração: Agroecossistemas), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO

Banca examinadora:

Dr. Pedro V. D. de Moraes

UTFPR-DV

Dr. Celso Eduardo P. Ramos

UTFPR-DV

Dra. Camila P. Tarouco

UFSM

Dra. Michele Potrich

Coordenadora do PPGSIS

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

V712p Villa, Thiago Cacção.

Potencial alelopático de *Bixa orellana* L. sobre sementes de *Bidens pilosa* L. e *Raphanus sativus* L. / Thiago Cacção Villa - Dois Vizinhos, 2019.
67 f.:il.

Orientador: Prof^o Dr. Pedro Valério Dutra de Moraes.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Dois Vizinhos, 2019.

Bibliografia p.60-67.

Ficha catalográfica elaborada por Keli Rodrigues do Amaral Benin CRB: 9/1559

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos

Para Ana, Isabelli e Lorenzo

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por me conceder forças nesses dois anos de trabalho, estudos e de pai de família.

À UTFPR - câmpus Dois Vizinhos, por me conceder a oportunidade, o tempo e o espaço para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro V. D. de Moraes, que sempre me motivou a continuar o trabalho e a não desistir de tentar algo novo na área de plantas daninhas, mesmo nunca pensando que um dia estudaria essas pragas.

À minha esposa e filhos que me aturaram por dois longos e intermináveis anos, obrigado pela paciência de cada um.

Aos meus pais e irmãos, por sempre insistirem em continuar os meus estudos.

Ao meu sogro Jorge, minha sogra Loreni, minhas queridas cunhadas Fabiana e Andressa e seus respectivos maridos Jefferson e Lincoln, que durante um mês deixaram eu usar seus cantinhos para finalização deste trabalho.

Aos colegas laboratoristas do câmpus, que me ajudaram quando o trabalho nos laboratórios estava fervendo.

Aos professores e colegas de turma do PPGSIS que em seu momento ajudaram para a conclusão do mestrado.

Enfim, quero agradecer a todos que em algum momento desta jornada contribuíram para a finalização desta etapa. Muito obrigado!

Jesus lhes contou outra parábola, dizendo:
"O Reino dos céus é como um homem que
semeou boa semente em seu campo. Mas
enquanto todos dormiam, veio o seu inimigo
e semeou o joio no meio do trigo e se foi.

Quando o trigo brotou e formou espigas, o
joio também apareceu.

"Os servos do dono do campo dirigiram-se a
ele e disseram: 'O senhor não semeou boa
semente em seu campo? Então, de onde
veio o joio?'"

'Um inimigo fez isso', respondeu ele. "Os
servos lhe perguntaram: 'O senhor quer que
vamos tirá-lo?'

"Ele respondeu: 'Não, porque, ao tirar o joio,
você poderão arrancar com ele o trigo.

Deixem que cresçam juntos até à colheita.
Então direi aos encarregados da colheita:
Juntem primeiro o joio e amarrem-no em
feixes para ser queimado; depois juntem o
trigo e guardem-no no meu celeiro"."

Mateus 13:24-30

RESUMO

VILLA, Thiago Cacção. Potencial alelopático de *Bixa orellana* L. sobre sementes de *Bidens pilosa* L. e *Raphanus sativus* L., 66 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

Com o aumento da produção agrícola por consequência da crescente demanda de consumo, faz-se necessário a utilização de compostos químicos sintéticos para o controle de diversas pragas que afetam negativamente a produção. Esta prática, vem gerando discussões entre ambientalistas, pesquisadores e pela população sobre os diversos problemas que tais compostos podem acarretar para a saúde ambiental e humana. Neste sentido, nas últimas décadas o mercado de produtos orgânicos ganhou destaque pela qualidade dos alimentos produzidos sem a presença destes compostos químicos sintéticos para o controle de diversas pragas. Com isso, a alelopatia tornou-se uma ferramenta de grande valia para o controle de plantas daninhas para este sistema produtivo, pois os compostos são oriundos da própria natureza, minimizando a contaminação ambiental e não causando danos à saúde humana. Neste trabalho foram utilizados extratos aquosos de sementes de urucum (*Bixa orellana*) não trituradas e trituradas com diferentes tempos de extração (0, 24 e 48 horas) para avaliar o potencial alelopático no controle das plantas daninhas picão preto (*Bidens pilosa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*). Foram preparados tratamentos em quatro diferentes concentrações de extrato (1,25%, 2,5%, 5% e 10%) e a testemunha. Os resultados foram submetidos à um delineamento fatorial e os dados submetidos a análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As variáveis analisadas nos testes foram relacionadas a germinação das sementes e ao desenvolvimento inicial das plântulas. Os resultados demonstraram que o tempo de extração de 24 horas para sementes de urucum não trituradas e trituradas apresentaram os maiores efeitos alelopáticos para as sementes de picão preto, interferindo na porcentagem de sementes germinadas, na velocidade de germinação e no índice de emergência, assim como na matéria seca, comprimento de raiz e da parte aérea. Para o nabo forrageiro, os efeitos alelopáticos observados foram de estimulação para o extrato aquoso não triturado de sementes de urucum com tempo de extração de 24 horas. Nesta lógica, é possível inferir que extratos aquosos de urucum não triturados ou triturados podem ser uma opção viável de substituição a compostos químicos sintéticos para o controle de plantas de picão preto em sistemas de produção orgânica de alimentos.

Palavras chave: Alelopatia; Urucum; Plantas Daninhas

ABSTRACT

VILLA, Thiago Cacção. Allelopathic potential of *Bixa orellana* L. on seeds of *Bidens pilosa* L. and *Raphanus sativus* L., 66 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

Increase in agricultural production in consequence of food demand requires an increase in synthetic products to control pests, diseases and weeds that negatively affect production. This practice has generated discussions amongst environmentalists, researchers and the general population about the problems these pesticides can cause to humans and the environment. Thus, organic products gained market due to their quality and absence of such chemicals. In this context, allelopathy has become a valuable tool to control weeds in these production systems, considering that these are natural compounds, safe for humans and that help minimizing environmental contamination. For this research, aqueous extracts of annatto seeds (*Bixa orellana*) not ground and ground with different extraction times (0, 24 and 48 h) to evaluate their allelopathic potential to control the weeds *Bidens pilosa* and *Raphanus sativus*. The experiment consisted of four treatments in four different extract concentrations (1.25%, 2.5%, 5% and 10%) and control group. Statistical design was factorial with two levels and data collected were submitted to ANOVA and means compared using Scott-Knott test ($p < 0.05$). Parameters evaluated were related to seed germination and seedling initial development. Extraction time 24 h for not ground and ground annatto seeds presented higher allelopathic effects for *B. pilosa*, affecting seed germination percentage and speed, and emergence index, dry matter, and shoot and radicle length. On the other hand, the same extraction time for not ground and ground annatto seeds resulted in stimulation for *R. sativus*. , observed allelopathic effects were of stimulation. Thus, it is possible to infer that aqueous extracts of annatto seeds, ground and not ground, may be a viable option to substitute synthetic products to control *B. pilosa* in organic crop production systems.

Key-words: Allelopathy; Annatto seeds; weeds.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (Vgerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de <i>Bidens pilosa</i> (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de <i>Bixa orellana</i> (urucum) não trituradas com 0h de extração.....	36
Tabela 02 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de <i>Bidens pilosa</i> (picão preto) sob efeito de extratos aquosos não triturados de <i>Bixa orellana</i> (urucum) com 0h de extração.....	37
Tabela 03 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (Vgerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de <i>Bidens pilosa</i> (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de <i>Bixa orellana</i> (urucum) não trituradas com 24h de extração.....	38
Tabela 04 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de <i>Bidens pilosa</i> (picão preto) sob efeito de extratos aquosos não triturados de <i>Bixa orellana</i> (urucum) com 24h de extração.....	39
Tabela 05 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (Vgerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de <i>Bidens pilosa</i> (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de <i>Bixa orellana</i> (urucum) não trituradas com 48h de extração.....	41
Tabela 06 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de <i>Bidens pilosa</i> (picão preto) sob efeito de extratos aquosos não triturados de <i>Bixa orellana</i> (urucum) com 48h de extração.....	41

Tabela 07 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (Vgerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) trituradas com 0h de extração.....42

Tabela 08 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 0h de extração.....43

Tabela 09 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (Vgerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) trituradas com 24h de extração.....44

Tabela 10 – Comparativos das médias obtidas para os parâmetros Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (Vgerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) não trituradas e trituradas com 24h de extração.....45

Tabela 11 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 24h de extração.....46

Tabela 12 – Comparativos das médias obtidas para os parâmetros Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) não trituradas e trituradas com 24h de extração.....47

Tabela 13 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (Vgerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) trituradas com 48h de extração.....48

Tabela 14 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 48h de extração.....49

Tabela 15 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (Vgerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) não trituradas com 0h de extração.....50

Tabela 16 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes não trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 0h de extração.....51

Tabela 17 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (Vgerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes não trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 24h de extração.....52

Tabela 18 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes não trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 24h de extração.....52

Tabela 19 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (Vgerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes não trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 48h de extração.....53

Tabela 20 - Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos

aquosos de sementes não trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 48h de extração.....53

Tabela 21 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (Vgerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos triturados de *Bixa orellana* (urucum) com 0h de extração.....54

Tabela 22 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 0h de extração.....55

Tabela 23 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (Vgerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos triturados de *Bixa orellana* (urucum) com 24h de extração.....55

Tabela 24 - Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 24h de extração.....56

Tabela 25 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (Vgerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos triturados de *Bixa orellana* (urucum) com 48h de extração.....57

Tabela 26 - Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 48h de extração.....57

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Estrutura química da bixina e norbixina.....	24
Figura 02 - Lixiviação dos extratos aquosos de urucum.....	32
Figura 03 - Diluições do extrato de sementes de urucum não trituradas.....	32
Figura 04 - Diluições do extrato de sementes de urucum trituradas.....	33
Figura 05 – Comparativo entre tratamento com extrato bruto (10%) de sementes não trituradas de urucum sobre picão preto e tratamento testemunha.....	40
Figura 06 – Comparativo entre tratamento com extrato bruto (10%) de sementes trituradas de urucum sobre picão preto e tratamento testemunha.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 ALELOPATIA	19
2.1.1 Ação dos produtos alelopáticos	20
2.2 AGRICULTURA ORGÂNICA	21
2.2.1 Perspectivas gerais	21
2.2.2 Agricultura orgânica no Brasil	22
2.3 <i>Bixa orellana</i> L. (URUCUM)	23
2.3.1 Características gerais	23
2.3.2 Importância econômica	25
2.4 PLANTAS DANINHAS	26
2.4.1 Definições e importância econômica	26
2.4.2 Ecologia	27
2.4.3 Interferência	27
2.4.6 <i>Bidens pilosa</i> L.	28
2.4.7 <i>Raphanus sativus</i> L.	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 TESTES DE GERMINAÇÃO	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1 ENSAIOS EM PICÃO PRETO COM EXTRATOS DE URUCUM NÃO TRITURADOS	36
4.1.1 Tempo de extração 0h	36
4.1.2 Tempo de extração 24h	38
4.1.3 Tempo de extração 48h	40
4.2 ENSAIOS EM PICÃO PRETO COM EXTRATOS DE URUCUM TRITURADOS	42
4.2.1 Tempo de extração 0h	42
4.2.2 Tempo de extração 24h	43
4.2.3 Tempo de extração 48h	48
4.3 ENSAIOS EM NABO FORRAGEIRO COM EXTRATOS NÃO TRITURADOS	49
4.3.1 Tempo de extração 0h	50
4.3.2 Tempo de extração 24h	51

4.3.3 Tempo de extração 48h	53
4.4 ENSAIOS EM NABO FORRAGEIRO COM EXTRATOS TRITURADOS.....	54
4.4.1 Tempo de extração 0h	54
4.4.2 Tempo de extração 24h	55
4.4.3 Tempo de extração 48h	56
5 CONCLUSÕES	58
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1 INTRODUÇÃO

A influência química que uma planta pode causar a outra, de forma benéfica ou maléfica, é conhecida pelo ser humano desde a antiguidade. A alelopatia como é conhecida atualmente foi proposta por Molish em 1937, onde o autor descrevia os efeitos ocasionados por substâncias químicas (aleloquímicos), produzidas por uma determinada planta e estes eram disseminados para o ambiente de diferentes formas (SILVA, 2014).

Os compostos alelopáticos ao longo da história foram muitas vezes utilizados como uma opção de substituição aos agroquímicos sintéticos, uma vez que os aleloquímicos podem oferecer benefícios contra uma série de ocorrências em plantas de interesse econômico (WALLER, 1999).

As plantas daninhas de maneira geral, não são desejáveis em áreas cultiváveis por afetarem a produtividade, por aumentarem os custos da produção, demandarem maior tempo de mão de obra e maior consumo de insumos, e por isso, busca-se diferentes formas de controle para a redução dos prejuízos. O método mais comum e prático é o controle com o uso de herbicidas sintéticos, de modo que muitas vezes não são utilizados da forma correta e podem gerar diversos riscos para a saúde ambiental e humana.

Com o aumento da produção para suprir a demanda de alimentos para a população, esta prática vem aumentando a cada ano, e no Brasil o consumo de agroquímicos tornou o país um dos maiores consumidores do mundo (REVISTA GALILEU, 2018). Como consequência destas informações, a população preocupada com os possíveis riscos de intoxicação, buscaram alternativas para consumir produtos cultivados de forma mais natural.

Neste sentido, o mercado de produtos agrícolas que adotam a forma de produção mais natural ou orgânica vem crescendo a cada ano e gerando renda a pequenos produtores. Uma importante ferramenta com potencial de redução dos custos deste tipo de produção e com menores danos ou quase nenhum dano à saúde humana é o uso de substâncias naturais que geram efeitos alelopáticos negativos as plantas daninhas que afetam as diferentes culturas.

O uso das sementes do urucum na indústria alimentícia, farmacêutica, de corantes e como suplemento alimentar animal, já é amplamente conhecida e diversas

pesquisas demonstram seu potencial antifúngico, antimicrobiano, anti-inflamatório, entre outros benefícios que o mesmo traz quando aplicado para fins de saúde humana e animal.

Diante deste contexto, o presente trabalho buscou avaliar o potencial efeito alelopático das sementes de urucum sobre duas espécies de plantas daninhas (picão preto e nabo forrageiro) que são responsáveis por diversas perdas na produção agrícola, testando duas formas para a obtenção dos extratos aquosos de sementes de urucum (trituradas e não trituradas) e com três tempos de extração (0, 24 e 48 horas) e desta forma oferecer uma alternativa natural para o controle destas plantas daninhas em sistemas de produção orgânica

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ALELOPATIA

A capacidade que algumas plantas apresentam sobre o metabolismo e o desenvolvimento de outras plantas vem sendo observados e estudados desde a Grécia antiga. Registros de Theophrastus (300 a.C.), apontavam possíveis efeitos alelopáticos do grão-de-bico sobre a cultura de alfafa. Outro registro é atribuído a Plínio, no século 1 d.C, onde observou que os resíduos de plantas de feno grego e de cevada, quando deixados sobre o solo entre as colheitas, interferiam de forma negativa nas áreas de plantio (SOUZA FILHO et al, 2002; REIGOSA et al 2006; RODRIGUES, 2016).

Apesar de existirem diversos registros sobre os efeitos alelopáticos entre diferentes espécies de plantas, as pesquisas na área são relativamente recentes (final do século XIX), quando a palavra alelopatia surgiu. A expressão foi criada por Hans Molisch no ano de 1937, com a união das palavras gregas *allélon* (mútuo) e *pathos* (prejuízo) e faz referência a interações bioquímicas, positivas ou negativas, entre plantas e também microrganismos (RICE, 1984).

Diversos pesquisadores associam a alelopatia apenas quando ocorre efeitos negativos, Putnam e Duke (1978), Kolhi et al. (1998), Singh et al. (2001) apontam que a alelopatia seria qualquer efeito (direto ou indireto) entre plantas através da liberação de substâncias químicas do seu metabolismo que promoveriam efeito negativo tanto no desenvolvimento e/ou crescimento de plantas de uma espécie, por plantas de diferente espécie (ALMEIDA, 1988; RODRIGUES, 2016).

Diferentes definições sobre o termo foram propostas por diversos autores, até que uma definição foi sugerida pela Sociedade Internacional de Alelopatia (SAI, 1996), que definiu a alelopatia como uma ciência que estuda qualquer processo envolvendo, essencialmente, metabólitos secundários produzidos pelas plantas, algas, bactérias e fungos que influenciam o crescimento e o desenvolvimento de sistemas agrícolas e biológicos, incluindo efeitos positivos e negativos (MACIAS et al., 2000; REIGOSA et al 2006; RODRIGUES, 2016).

Grande parte dessas substâncias tem origem a partir do metabolismo secundário de plantas, ou seja, são substâncias que apresentam funções de proteção

e defesa contra a ação de diferentes microrganismos, insetos e vírus, estimulando o desenvolvimento e o crescimento da planta ou inibindo a ação destes patógenos e predadores (WALLER et al., 1999; RODRIGUES, 2016).

Estas substâncias podem ser produzidas nas partes aéreas das plantas (folhas, flores, frutos, gemas, caules aéreos e sementes) como também nas raízes e rizomas (PUTNAM, 1985), apresentando maiores concentrações nas folhas, seguido do caule, flores e raízes (RICE, 1984).

Quando esses compostos são liberados para o meio em quantidade suficiente para promover um efeito que pode ser visualizado em diversas fases da planta, como germinação, crescimento, desenvolvimento de plantas já estabelecidas e, ainda, no desenvolvimento de microrganismos, desta forma pode se afirmar que ocorreu efeito alelopático positivo ou negativo para o organismo vizinho (RODRIGUES, 2016).

A liberação dos compostos alelopáticos para o ambiente pode ocorrer a partir de diferentes vias, como lixiviação, volatilização ou mesmo por exsudação radicular (RICE, 1984; SOUZA, 1988; WEIDENHAMER, 1996; WEIR et al., 2004).

A identificação dos compostos liberados pela via de volatilização apresenta algumas dificuldades para sua identificação, devido a sua rápida perda para o meio ambiente, logo, a via mais estudada é a da liberada pela lixiviação. As substâncias que são solúveis em água, são lixiviadas pelo orvalho ou pela chuva, da parte aérea da planta, das raízes ou, mesmo, dos resíduos vegetais que estão em processo de decomposição no solo (ALMEIDA, 1985).

2.1.1 Ação dos produtos alelopáticos

A ação dos compostos aleloquímicos liberados podem atuar atraindo, repelindo, nutrindo ou provocando toxicidade no desenvolvimento de outras espécies de plantas, sendo que as influências causadas por essas substâncias podem ser tanto positivas (estimulando) quanto negativas (inibindo) sobre o desenvolvimento do organismo (CHOU, 1999; RODRIGUES, 2016).

O fenômeno de liberação dos compostos aleloquímicos é reconhecido como um importante mecanismo ecológico, com influência na dominância da vegetação, na sucessão de plantas, na formação de comunidades de plantas, na vegetação clímax e na produtividade das culturas (SOUZA-FILHO e ALVES, 2000).

Os efeitos desses compostos estão relacionados aos processos fisiológicos das plantas, podendo interferir no processo de germinação, na assimilação de nutrientes, no crescimento de plântulas e radícula, na respiração e fotossíntese, na síntese proteica, na atividade enzimática e na permeabilidade da membrana celular. O maior problema para a realização dos estudos no campo da alelopatia é entender como seria o mecanismo de ação dessas substâncias, já que um mesmo composto pode influenciar diferentes processos (DURIGAN; ALMEIDA, 1993; RODRIGUES et al., 1993; EINHELLIG, 1995).

2.2 AGRICULTURA ORGÂNICA

2.2.1 Perspectivas gerais

Desde de o início da produção de alimentos a produção agrícola vem passando por constantes transformações. Na maior parte do mundo, o sistema de produção agrícola chamado de convencional, é caracterizado pelo uso intensivo de produtos químicos sintéticos, visando a otimização do processo produtivo e o aumento da produtividade.

Como consequência das técnicas adotadas para este tipo de cultivo, o meio ambiente vem sofrendo impactos negativos, como contaminação dos corpos de água, prejuízos aos organismos benéficos, seleção de organismos resistentes, problemas na saúde nos agricultores e consumidores, entre outros (MAZZOLENI; NOGUEIRA, 2006; ZOLDAN; MIOR, 2012; BATTISTI, 2017).

Durante as últimas décadas a preocupação com as problemáticas ambientais e também com os efeitos à saúde relacionadas a produção de alimentos pela agricultura convencional, gerou uma pressão da comunidade em geral para que buscasse diferentes técnicas para a produção de alimento (ZOLDAN; MIOR, 2102).

Com o crescimento da pressão da sociedade, fez-se necessário que sistemas alternativos de produção agrícola crescesse em todo mundo, desenvolvendo-se práticas diferenciadas das utilizadas no sistema convencional, valorizando sobretudo a matéria orgânica e processos biológicos na produção alimentícia. Os principais exemplos de produção alternativos são a agricultura biodinâmica, a agricultura ecológica, a agricultura natural, a permacultura e a agricultura orgânica (NODARI; GUERRA, 2015).

Criada pelo inglês Albert Howard em 1940, a agricultura orgânica, produz alimentos livres de resíduos químicos, atendendo a demanda pelo ambientalmente e socialmente responsável (FONSECA et al., 2009).

Pelo fato da não utilização de produtos químicos sintéticos na produção de alimentos, a relação benéfica entre plantas e solo gera condições ideais para a conservação e a sustentação dos organismos vivos presente no meio que melhoram as condições de produção (BATTISTI, 2017).

A estimulação do mercado de produtos orgânicos no mundo gerou um crescimento da área plantada ao redor do mundo. Entre os anos de 1999 a 2016, a área destinada ao cultivo orgânico, passou de 11 milhões.ha⁻¹ para 57,8 milhões.ha⁻¹, com faturamento anual de U\$ 89,7 bilhões (SALVADOR, 2011; FIBL, IFOAM, 2017).

2.2.2 Agricultura orgânica no Brasil

A regulamentação da agricultura orgânica no Brasil se deu no ano de 1977 quando o Ministério da Agricultura (MA) publicou um documento com as correntes de produção agrícola não convencional. Anteriormente a essa data, em 1970, alguns pequenos agricultores introduziram uma forma de produção agrícola chamada de alternativa. Somente em 1999, o atual Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), redigiu uma Instrução Normativa (IN 07/1999) que estabelecia as primeiras normas para a produção de produtos orgânicos (PENTEADO, 2009; BATTISTI, 2017).

Considera-se unidade de produção, a propriedade rural que esteja sob sistema orgânico de produção. Quando a propriedade inteira não for convertida para a produção orgânica, a certificadora deverá assegurar-se de que a produção convencional está devidamente separada e passível de inspeção (BRASIL, 1999, p. 1).

Com a criação da Lei n. 10.831 de 23 dezembro de 2003, o Governo Brasileiro regulamentou a produção agrícola orgânica estabelecendo assim condições para produção orgânica. De acordo com o artigo 1 da referida lei, o sistema orgânico é definido como (BATTISTI, 2017):

Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e

ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2003 p. 1)

Outro importante marco para a agricultura orgânica no país, foi a alteração da IN 07/1999 pelas IN 16/2004 e as IN 17, 18 e 19, ambas de 2009, que alteram a regulamentação quanto a questão de certificação dos produtos orgânicos, garantindo assim uma maior confiabilidade e qualidade aos produtos. Anterior a essas normativas, apenas Organizações Não-Governamentais, poderiam certificar os produtores agrícolas orgânicos, passando então a incumbência de certificação também para instituições públicas e privadas (PENTEADO, 2009).

O número de produtores orgânicos no Brasil registrados no MAPA até meados de agosto de 2018, são de 17.075, sendo a grande maioria (70%) dos produtores se enquadram na produção familiar. Este mercado, de acordo com o último censo realizado em 2006, movimentou cerca de R\$ 12 bilhões, cerca de 30% do valor bruto da produção agrícola e agropecuária no Brasil (BOEHM, 2018).

De acordo com Barboza e Souza (2012) a prática da agricultura orgânica apresenta vantagens ao agricultor familiar, favorecendo a diversificação produtiva no estabelecimento; gera mais empregos pela maior demanda de mão de obra; menor dependência de insumos externos; elimina o uso de agrotóxicos, contribuindo para reduzir os custos de produção; os produtos orgânicos geram maior valor comercial em relação ao convencional e maior vida útil no período pós-colheita. No que diz respeito à ausência de insumos químicos, a agricultura orgânica inova na utilização de tecnologias agroecológicas.

2.3 *Bixa orellana* L. (URUCUM)

2.3.1 Características gerais

O urucuzeiro é uma planta arbórea, com altura variando entre 2 a 9 metros, denominada cientificamente de *Bixa orellana* L. e popularmente recebe o nome de

urucum (do tupi *uru-ku* que significa vermelho). Pertencente à família botânica Bixaceae, apresentando ampla distribuição geográfica que vai da América Central até a América do Sul, principalmente a região amazônica (KIRIZAWA e ABREU, 2002; CASTRO et al, 2009; FERREIRA, 2013).

Os frutos do urucuzeiro apresentam-se em cápsulas dispostas em panículas, com presença de espinhos flexíveis revestindo a casca do fruto de coloração variando de vermelha a verde e laranja (SHILPI et al, 2007; FERREIRA 2013, PECH HOILA et al, 2017) .

No interior dos frutos encontram-se de 30 a 50 sementes de pequeno tamanho, e estas são revestidas pelo arilo, uma finíssima película contendo o corante vermelho conhecido como bixina, principal aplicação comercial do urucuzeiro (KIRIZAWA e ABREU, 2002; CASTRO et al, 2009).

As sementes são compostas de celulose (40 a 45%), açúcares (3,5 a 5,2%), óleos essenciais (0,3 a 0,9%), proteínas (13 a 16%) e pigmentos alfa e beta carotenos (4,5 a 5,5%) (BARROZO et al, 2013).

A bixina, citada anteriormente, corresponde cerca de 80% dos pigmentos carotenoides, compondo cerca de 2,5% do peso seco da semente do urucum. A bixina é um apocarotenoide originado da clivagem dos carotenos, por meio de enzimas específicas. A retirada do grupo metil éster presente na molécula de bixina origina a norbixina (FIGURA 01) (GARCIA et al, 2012).

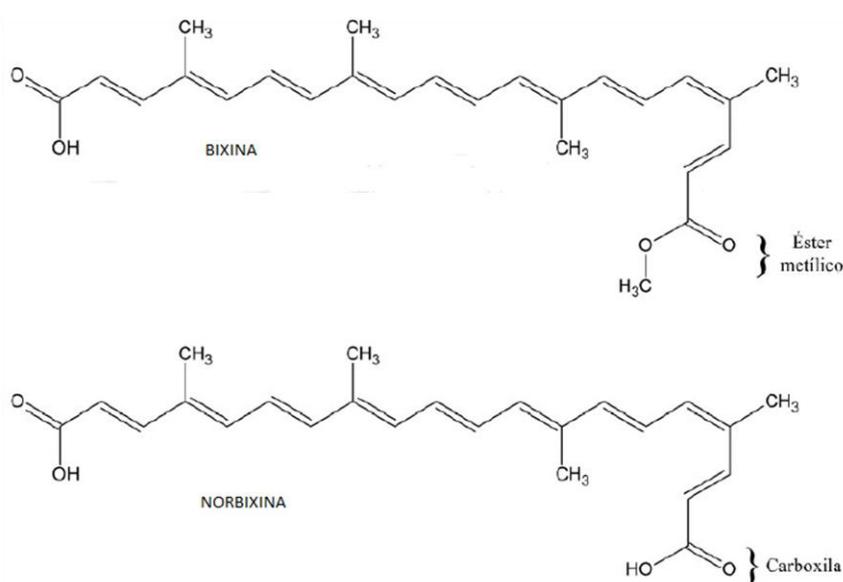


Figura 01 – Estrutura química da bixina e norbixina
 FONTE: adaptado de GARCIA et al, 2012

Estas diferenças estruturais entre a bixina e norbixina, é de grande importância para o uso na indústria alimentícia e farmacêutica, pois conferem as elas a solubilidade em diferentes solventes. A bixina é uma substância lipossolúvel devido a presença do éster metílico. A norbixina, em razão da presença do grupo carboxila, torna a molécula hidrossolúvel. (LIMA et al, 2001; GARCIA et al, 2012).

2.3.2 Importância econômica

O Brasil é o maior produtor de sementes de urucum do mundo, com uma produção de 13363 toneladas no ano de 2017 (IBGE, 2018). O corante em forma de pó obtido da moagem destas sementes é popularmente conhecido no Brasil como colorau ou colorífico (GARCIA et al, 2012).

É um produto amplamente utilizado na culinária popular com a finalidade de realçar a cor de alimentos sem alterações de sabor e aroma. A utilização da bixina para fins comerciais é muito amplo, sendo empregado em formulações de bebidas, produção de queijos, na panificação e em preparo de massas, embutidos cosméticos, protetor solar, entre muitas outras (CASTRO et al, 2009; FERREIRA, 2013; FLORES et al, 2016).

Os restos da moagem das sementes podem ser utilizados como adubo orgânico na agricultura em geral e para a produção de ração animal. A adição deste resíduo na alimentação como substituinte dos corantes químicos artificiais vem crescendo a cada ano por uma exigência do mercado internacional (SILVA et al, 2000; FRANCO et al, 2002; ALMEIDA, 2008; GARCIA et al, 2012; FLORES et al, 2016).

A importância econômica do corante do urucum, é favorecida pela proibição de uso de inúmeros corantes sintéticos na formulação de alimentos. Na Itália a legislação não permite o uso de nenhum tipo de corante artificial em alimentos, e nos Estado Unidos e diversos países da Europa somente é liberado uma quantidade pequena de corantes artificias sintéticos. No Brasil a legislação vigente ainda não prevê a total retirada destes compostos, uma vez que a produção nacional ainda não supre o mercado interno e externo (CASTRO et al., 2009; FERREIRA, 2013)

Na indústria alimentícia, a bixina e a norbixina, são amplamente utilizados na produção de produtos cárneos, como antioxidantes naturais. Os antioxidantes são substâncias utilizadas para inibir ou retardar a rancidez oxidativa, porém, seu uso

desperta a atenção de consumidores e agências reguladoras, quanto à segurança que acompanha o consumo de aditivos sintéticos (CASTRO et al., 2009).

2.4 PLANTAS DANINHAS

2.4.1 Definições e importância econômica

O conceito de plantas daninhas é conhecido desde o início do estabelecimento da agricultura pelo homem. Alvino et al (2011) fazem uma cronologia das definições propostas por diferentes autores em diferentes épocas e por complexidade da definição. Alguns autores conceituam as plantas daninhas de forma bem simples, como sendo “...qualquer planta que cresce onde não é desejada” ou “...plantas sem valor econômico ou que compete, com o homem, pelo solo”.

Muitos outros conceitos são apresentados em várias bibliografias pesquisadas, mas é de consenso geral, tanto para a comunidade científica como para a população em geral (produtores rurais ou não) que as plantas daninhas são um grande problema para as diversas atividades humana pelos prejuízos que são causados pela mesma.

Nas diversas atividades geridas pelo homem (agrícola, florestal, pecuária, ornamental, náutica, produção de energia etc), diversos impactos negativos causados por plantas daninhas são citados em milhares de trabalhos, sendo os mais relevantes a redução da produtividade e do valor comercial da terra, perda da qualidade dos produtos agrícolas, disseminação de doenças e pragas, custo de manejo agrícola, perda de água e problemas com manejo de áreas (PITELLI e KARAM, 1988).

Porém, alguns autores apresentam em seus trabalhos os aspectos positivos de plantas daninhas para o ser humano e/ou ambiente. Diversos trabalhos demonstram por exemplo, que plantas daninhas utilizadas como cobertura vegetal trazem efeitos benéficos ao solo. Outro ponto positivo citado é a presença de inimigos naturais de alguma praga ou patógeno da cultura de interesse e ainda o uso de algumas espécies de plantas daninhas na alimentação humana e/ou animal corretos (ALVINO et al, 2011).

2.4.2 Ecologia

As plantas que hoje são consideradas plantas daninhas, surgiram anteriormente a origem do ser humano, e desde então, vêm evoluindo com o passar dos anos. Essas plantas são conhecidas ecologicamente como plantas pioneiras de sucessão secundária, ou seja, elas são as primeiras plantas a colonizar áreas de sucessão secundária, que são os locais onde ocorreu algum distúrbio ambiental que eliminou previamente a vegetação existente (ODUM, 2008).

A evolução das plantas daninhas tem uma ligação direta com o ser humano, principalmente quando relacionada ao desenvolvimento das atividades agrícolas. Com o surgimento da agricultura, as ações do ser humano criou condições ideais ao desenvolvimento das plantas cultivadas e conseqüentemente, formas de controle sobre as plantas daninhas, exercendo assim, forte pressão de seleção sobre elas.

2.4.3 Interferência

A competição é algo que ocorre naturalmente entre dois ou mais indivíduos na natureza e também em ambientes agriculturáveis. Para o caso das plantas daninhas presentes neste tipo de ambiente destinado a cultura de espécies com finalidade econômica, sua presença não é bem vista pelos agricultores (ALVINO et al, 2011).

As diversas plantas daninhas conhecidas na agricultura, competem pelos mesmo recursos que a cultura, principalmente água, luz e nutrientes e ainda podem liberar no meio compostos alelopáticos, atuam como hospedeiros de pragas e doenças.

Pitelli (1987) define a interferência como um conjunto de ações que uma cultura ou atividade humana recebe em decorrência da presença de plantas daninhas que convivem no mesmo espaço. Nesta linha de estudo, diversos autores buscam um consenso entre os principais fatores e seu grau de interferência, e o mais citado é densidade de plantas. Quanto maior a densidade de plantas daninhas presentes no meio, maior será a quantidade de indivíduos que disputam os mesmos recursos e conseqüentemente maior será a competição entre cultura X planta daninha (PITELLI e KARAM, 1988).

Na área de produção de hortaliças a forma de manejo de plantas daninhas é diferente dos métodos utilizados nas grandes culturas. A escolha e a eficiência de cada método aplicado, varia de acordo com as espécies de plantas daninhas, o solo, o clima, a rotação cultural e finalidade de consumo. Para o controle químico (o mais empregado) faz-se necessário verificar a disponibilidade dos herbicidas registrados para a cultura, a mão de obra especializada e os equipamentos corretos (ALVINO et al, 2011).

Dados apresentado pela EMBRAPA, apontam que os custos para o controle efetivo de áreas com a presença de buva e azevém o estado do Rio Grande Sul. De acordo com o pesquisador Leandro Vargas, para o controle da buva o valor por hectare varia de R\$ 4,00 a R\$ 153,00 e para o azevém, o valor varia entre R\$ 40 a R\$ 130,00 por hectare. O custo total para o estado, atualmente estão variando entre R\$ 112,9 milhões a R\$ 928,2 milhões (DIÁRIO DA MANHÃ, 2013).

Para os produtores de hortaliças, os danos causados pela competição com as diferentes plantas daninhas são mais sentidos nos gastos com o manejo da área, pois muitas culturas apresentam grande sensibilidade as interferências causadas pelas plantas daninhas que a cada mudança de cultura, estação climática e manejo do solo surgem na cultura (ZANATTA et al, 2006).

2.4.6 *Bidens pilosa* L.

Planta conhecida popularmente como picão preto, picão ou carrapicho, entre outros, pertencente à família Asteraceae, originária da América do Sul, tem sido encontrada em quase todas as regiões tropicais e subtropicais, e em diversas regiões da Europa. No Brasil a planta é encontrada em todo o território, principalmente nas regiões agriculturável do centro-sul (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

É uma planta herbácea, ereta, com porte variando entre 20 e 150 cm, com rápido desenvolvimento e elevada produção de sementes (3000 a 5000 por planta). Em idade reprodutiva, a planta apresenta flores amarelas reunidas em inflorescência do tipo capítulo e sementes com tamanho variável, de cor negra fosca, finamente rugosa e pontilhada, possuindo de duas ou três aristas na parte apical (LORENZI, 2000; DI STASI e HIRUMA-LIMA, 2002; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

A utilização do picão preto na medicina popular é antiga e muito difundida. Inúmeros estudo científicos surgiram a partir de relatos de pessoas que utilizava a

planta (partes específicas ou toda planta) para diferentes tratamentos de saúde. A partir do extrato, o preparado apresenta reconhecida ação como anti-inflamatória e por isso sua ampla utilização nos tratamentos para o reumatismo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015)

Estudos realizados por Horiuchi e Seyama (2008) e Pereira et. al.(1999) demonstram ação eficiente para o combate contra asma e conjuntivite. Também foram confirmados experimentalmente os usos populares contra malária, diabetes, hipertensão, problemas hepáticos, entre outras doenças (ANDRADE-NETO et al, 2004; BRANDÃO et al. 1997; KRETTLI et al., 2001; KUMARI et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2004; TOBINAGA et al., 2009).

Porém, para a agricultura em geral, o picão preto é uma das plantas daninhas com as mais sérias infestações em lavouras anuais. Além do elevado número de sementes que uma única planta pode produzir, estas sementes podem permanecer resistentes e viáveis no solo de 3 a 5 anos quando enterradas e nas raízes hospedam-se os nematoides dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* que causam danos severos em culturas (FLECK et al, 2004).

Outras características apresentadas pela espécie que a tornam um grande problema em áreas agriculturáveis são: a produção de propágulos, que aumenta a capacidade de obtenção dos recursos disponíveis no solo como água e nutrientes; e a questão da germinação desuniforme das sementes presentes no banco de sementes devido a dormência por condições externas adversas (SANTOS e CURY, 2011).

Como é de conhecimento, a perda de produtividade de culturas por infestações de picão preto é amplamente reduzida com técnicas conhecidas de controle e manejo da população desta planta daninha. Geralmente o processo de controle é realizado com aplicações de herbicidas químicos pós-emergentes nas áreas onde o nível de dano econômico (NDE) calculado é superior aos custos de produção (RIZZARDI et al. 2003).

2.4.7 *Raphanus sativus* L.

Conhecida popularmente como nabiça, nabo, nabo forrageiro, rabanete, ou ainda rabanete silvestre, pertencente à família Brassicaceae, de crescimento ereto,

herbáceo, com intensa ramificação e altura variando entre 1,00 e 1,80m. Sistema radicular pivotante e agressivo, com capacidade de romper as camadas adensadas e/ou compactadas do solo, podendo atingir profundidades superiores a 2,50m (TEIXEIRA e ZAMPIEROM, 2007).

Sua distribuição é cosmopolita, mas amplamente cultivada na Ásia Oriental e Europa. No Brasil seu cultivo ocorre principalmente nas regiões de clima frio e úmido como sul, sudeste e centro-oeste, por serem tolerantes a geadas e em também pode ser cultivada em regiões tropicais, pois apresentam boa tolerância a seca (SÃO PAULO, 2018).

A família Brassicaceae inclui muitas espécies de importância agrícola, ornamental, ambiental e científica. Muitas espécies são utilizadas na indústria de produção de óleos (*Brassica napus*), de óleos comestíveis nobres (*Brassica rapa* e *B. napus* var. oleifera), são também utilizadas na alimentação animal, como condimentos (*Brassica nigra* e *B. juncea*) e na alimentação *in natura* para os seres humanos (*Raphanus sativus* – variedades: nabos, rabanetes, repolhos e couves) (THEISEN, 2008).

Outra importante utilidade econômica do nabo forrageiro é como adubação verde entre safras de culturas, devido a suas raízes terem grande capacidade de descompactar solo, permitindo um preparo físico e biológico do mesmo na rotação de culturas. Além da ação física no solo, a planta apresenta elevada capacidade de reciclagem de nutrientes (nitrogênio e fósforo) (EMBRAPA, 2008).

O uso do nabo forrageiro para obtenção de óleo para produção de biodiesel também é utilizado comercialmente. O óleo extraído das sementes apresenta baixa viscosidade, maior estabilidade química quando comparado ao óleo de soja e girassol, diminuindo eventuais degradações e formação de resíduos sólidos, se armazenado ou transportado inadequadamente. O rendimento do biodiesel por hectare comparados com o rendimento de soja e canola é mais baixo (aproximadamente 280 litros), no entanto, sua produção é mais vantajosa pois não envolve os grãos considerados commodities da indústria alimentícia (EMBRAPA, 2008).

São plantas com crescimento vigoroso, chegando a cobrir 70% de área plantada em 60 dias. O ciclo da planta é anual; o plantio ocorre entre abril e maio e o período de produção dura três meses. Com a floração ocorrendo após 80 dias a semeadura e com floradas durando mais de 30 dias, a planta se torna uma aliada na criação de abelhas (SÃO PAULO, 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 TESTES DE GERMINAÇÃO

Os testes de avaliação dos potenciais efeitos alelopáticos de *Bixa orellana* L. (urucum) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de sementes de *Bidens pilosa* L. (picão preto) e *Raphanus sativa* L. (nabo forrageiro) foram conduzidos nos Laboratórios de Engenharia de Bioprocessos e de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos.

As sementes de urucum utilizadas para o preparo dos extratos aquosos foram obtidas comercialmente de um produtor rural orgânico do Estado de Minas Gerais colhidas no mês de setembro de 2017 e as mesmas permaneceram sob refrigeração em câmara fria para evitar degradação biológica.

As sementes de picão preto foram coletadas em uma propriedade rural do município de Dois Vizinhos/PR e armazenadas em câmara fria para preservação e quebra de dormência. As sementes de nabo forrageiro utilizadas pertencem ao banco de sementes do GEHerb (Grupo de Estudos em Herbologia) da UTFPR-DV armazenadas em câmara fria.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado trifatorial, sendo um fator a forma de obtenção do extrato aquoso (sementes não trituradas e trituradas), o segundo fator como sendo os 3 diferentes tempo de processo de lixiviação (0 horas, 24 horas e 48 horas) e o terceiro fator com 5 concentrações aplicadas (10%, 5%, 2,5%, 1,25% e testemunha) e em todos os testes foram realizados com 4 repetições para cada uma das concentrações analisadas.

Para a obtenção do extrato aquoso não triturado com tempo de extração 0h (NT0h), foram pesadas 50 gramas de sementes *in natura* de urucum e adicionadas em 500 mL de água destilada (pH 7,1) em Erlenmeyer de vidro boro silicato e agitado manualmente por 5 minutos, e posteriormente filtrado para retirada da parte sólida. A concentração final do extrato bruto NT0h (10%) foi diluído em água destilada (pH 7,1) para as concentrações aplicadas nos testes (5%, 2,5% e 1,25%) e para a aplicação nas testemunhas (concentração 0%) foi utilizado apenas água destilada.

A metodologia para a obtenção dos extratos não triturado com tempo de extração 24h (NT24h) e 48h (NT48h), foram as mesmas citadas anteriormente para o

NT0h, com diferença apenas para o tempo em de agitação em mesa agitadora com temperatura controlada (FIGURA 02).



FIGURA 02 – Lixiviação dos extratos aquosos de urucum
Fonte: o Autor, 2018

Após os tempos estipulados, os extratos brutos foram filtrados e diluídos nas mesmas concentrações de trabalho do extrato bruto NT0h (FIGURA 03).

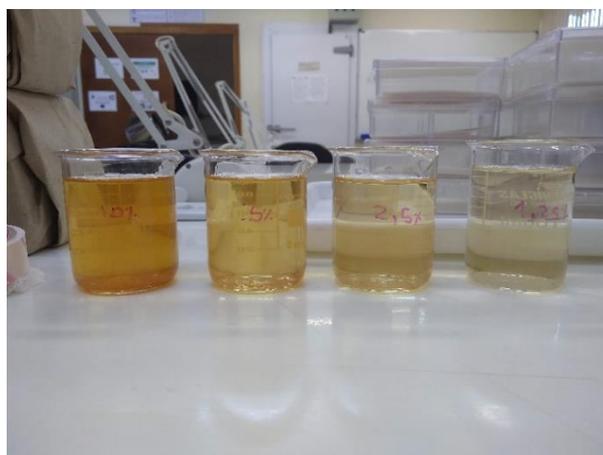


FIGURA 03 – Diluições do extrato de sementes de urucum não trituradas
Fonte: o Autor, 2018

Para a obtenção dos extratos brutos de sementes de urucum trituradas, as mesmas foram pesadas (50 gramas) e adicionadas em 500 mL de água destilada (pH 7,2) e o processo de trituração utilizou um multiprocessador manual com tempo de trituração de 2 minutos. O extrato bruto triturado (10%) com tempo 0h (T0h) foi filtrado e diluído para as concentrações aplicadas nos testes (5%, 2,5% e 1,25%) e para a aplicação nas testemunhas (concentração 0%) foi utilizado apenas água destilada. Os extratos brutos triturados com tempo de lixiviação 24h (T24h) e 48h (T48h) foram

dispostos em mesa agitadora pelo tempo estipulado e posteriormente, filtrados e diluídos nas mesmas concentrações de trabalho do extrato bruto T0h (FIGURA 04).



FIGURA 04 - Diluições do extrato de sementes de urucum trituradas
Fonte: o Autor, 2018

Uma quantidade de cada um dos extratos brutos obtidos foi retirada para medição do pH, uma vez que ocorrem efeitos do pH sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas quando estes se apresentam extremamente ácidos ou alcalinos, sendo recomendado o uso de um pH na faixa de 6,0 a 7,5 para experimentos em laboratório (BRASIL, 2009). Para as diluições das concentrações de trabalho, não foram realizadas medições de pH, uma vez estas diluições foram realizadas em água destilada, a qual não interfere na mudança dos valores do pH.

As sementes de picão preto e nabo forrageiro foram dispostas em um arranjo de 6x6 (totalizando 36 sementes por repetição) em caixas de germinação com tampa (Gerbox) limpas com álcool 70%, contendo duas folhas de papel tipo mata borrão previamente autoclavadas como substrato de germinação e uma folha de papel filtro previamente autoclavadas na tampa para não ocorrer o gotejamento desigual da umidade condensada.

O volume de extrato utilizado para umedecer os papéis mata borrão, foi utilizado a proporção de duas vezes e meia o peso do papel utilizado como substrato, que para todas as repetições foi adotado o valor de 13,5 mL de extrato aquoso de cada diluição e água destilada para a testemunha (BRASIL, 2009).

Após a implantação do experimento, as caixas Gerbox foram acondicionadas na estufa BOD com temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ e com luminosidade alternando entre 12 horas de luz e 12 horas escuro (BRASIL, 2009).

As avaliações foram realizadas diariamente por um período de 7 dias, iniciando no dia seguinte a sementeira, sendo considerada como semente germinada aquela que apresentou 2 mm ou mais de emergência de plântula (HADAS, 1976).

As variáveis analisadas foram:

- **Porcentagem de germinação (%G)**

$$G(\%) = \frac{\sum g * 100}{N_t}$$

Onde:

$\sum g$ – Somatório de sementes germinadas ao final do teste

N_t – total de sementes testadas no experimento

- **Tempo médio de germinação (TMG)**

$$TMG = \frac{(\sum n_i t_i)}{\sum n_i}$$

Onde:

n_i – número de sementes germinadas por dia

t_i – tempo de incubação (7 dias)

- **Velocidade média de germinação (VMG)**

$$VMG = \frac{1}{TMG}$$

Onde:

TMG – tempo médio de germinação

- **Índice de velocidade de germinação (IVG) conforme Maguire (1962)**

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

Onde:

G_1, G_2, G_n – número de plântulas na primeira, segunda e na última contagem

N_1, N_2, N_n – número de dias de sementeira à primeira, segunda e última contagem

- **Índice de germinação (IG)**

$$IG = \frac{(N1 * G1) + (N2 * G1) + \dots (Nn * Gn)}{(G1 + G2 + \dots Gn)}$$

Onde:

N_1, N_2, N_n – número de dias da semeadura a cada contagem

G_1, G_2, G_n – número de plântulas germinadas observadas a cada contagem

Após a contagem realizada no sétimo dia, foram retiradas de cada tratamento 15 plântulas para a realização das medições do comprimento da parte aérea (PA) e do comprimento da radícula (CR) utilizando paquímetro digital e para o parâmetro de massa seca total (MST), todas as sementes germinadas de cada tratamento foram acondicionadas em sacos de papel pardo devidamente identificados e colocadas em estufa de secagem com temperatura de 60° C pelo período de 72 horas e após o período determinado, os dados de MST foram obtidos utilizando balança analítica com precisão de 0,0001 g.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa R (BHERING, 2017), e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para os dados que não atendem os pressupostos estatísticos de normalidade e homogeneidade foram previamente transformados em $\sqrt{100/x}$ para fins da análise estatística, ou seja, para normalização e estabilização das variâncias de tratamentos (Banzatto e Kronka, 2006; Santana e Ranal, 2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ENSAIOS EM PICÃO PRETO COM EXTRATOS DE URUCUM NÃO TRITURADOS

Os extratos aquosos das sementes de urucum não trituradas, não apresentaram interação estatística entre os fatores (tempo, extração e concentração) quando aplicados nos dados obtidos no ensaio com sementes de picão preto, portanto, os efeitos de cada fator proposto neste ensaio foram analisados separadamente.

4.1.1 Tempo de extração 0h

Não foram verificados efeitos alelopáticos para as variáveis relacionadas a germinação quando comparados com a testemunha, conforme apresentado na tabela 01.

Tabela 01 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (VGerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) não trituradas com 0h de extração

Conc. do extrato (%)	%Germ	VGerm	IGerm	TMG (dias)	VMG (dia ⁻¹)
Testemunha (0)	85.4 a	10.00 a	101.2 a	3.3 a	0.30 a
1,25	85.4 a	9.63 a	103.1 a	3.5 a	0.29 a
2,5	79.1 a	8.66 a	94.2 a	3.5 a	0.28 a
5	86.1 a	9.90 a	100.2 a	3.4 a	0.30 a
10	74.9 a	8.22 a	90.2 a	3.5 a	0.29 a
CV	8.7	14.9	13.7	11.2	11.1

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade
CV – Coeficiente de variação

Para efeitos de comparação de dados, a porcentagem da germinação do lote de sementes de picão preto utilizados nos ensaios deste trabalho seguem as médias propostas por Adegas et al (2003) e Souza et al (2016), que apresentam valores entre 80 e 90% em condições de temperatura e intensidade luminosa padronizada pela RAS (2009).

Para efeitos práticos, as variáveis testadas mesmo não apresentando diferenças estatísticas entre as médias, é possível verificar que houve uma redução de 12,3% na porcentagem de sementes (%Germ) e uma redução de 10,8% no índice de germinação no ensaio com sementes de picão preto em comparação com a testemunha na concentração do extrato bruto (10%).

Com esses resultados é possível afirmar que os compostos carotenoides (bixina e norbixina) presentes no tegumento da semente de urucum apresentam um potencial efeito alelopático para sementes de picão preto.

Para os parâmetros massa seca (MS), comprimento da radícula (CR) e comprimento da parte aérea (CPA), conforme tabela 02, nenhuma das concentrações testadas apresentou redução nas médias mensuradas quando comparadas a testemunha, sendo assim, pode se afirmar que não houve efeito alelopático no desenvolvimento das plântulas.

Tabela 02 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos não triturados de *Bixa orellana* (urucum) com 0h de extração.

Conc. do extrato (%)	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
Testemunha	0.0499 a	33.38 a	26.50 a
1,25	0.0400 a	35.37 a	22.17 a
2,5	0.0444 a	29.83 a	24.94 a
5	0.0416 a	34.80 a	26.69 a
10	0.0324 a	38.19 a	24.22 a
CV	6.4	8.4	14.1

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

CV – Coeficiente de variação

Uma breve comparação entre os valores obtidos nos testes entre os parâmetros germinativos e os parâmetros relacionados ao desenvolvimento da plântula de picão preto para o ensaio proposto, é possível concluir que o extrato aquoso de sementes de urucum não trituradas com tempo de extração de 0 horas não afeta significativamente o desenvolvimento das plântulas, apenas apontam um efeito de interferência nas sementes de picão preto.

4.1.2 Tempo de extração 24h

Os efeitos alelopáticos causados pelo extrato aquoso de sementes de urucum sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas de picão preto foram observados em quatro das cinco variáveis testadas. A redução na porcentagem de sementes germinadas de picão preto ocorreu para todas as concentrações testadas, conforme apresentado na tabela 03.

Tabela 03 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (VGerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) não trituradas com 24h de extração

Conc. do extrato (%)	%Germ	VGerm	IGerm	TMG ¹ (dias)	VMG ¹ (dia ⁻¹)
Testemunha	87.4 a	8.42 a	125.3 a	4.0 a	0.24 a
1,25	65.2 b	5.65 b	98.4 a	4.4 a	0.22 a
2,5	58.3 b	4.69 b	89.5 a	4.7 a	0.21 b
5	67.3 b	5.52 b	112.0 a	4.5 a	0.22 a
10	46.5 b	3.57 c	76.9 b	5.0 a	0.20 b
CV	19.5	17.9	23.8	8.1	

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

¹ os dados para as variáveis TMG e VMG foram transformados em $\arcsen \sqrt{100/x}$ para atendimento aos pressupostos estatísticos.

CV – Coeficiente de variação

O maior efeito para a %Germ foi verificado na concentração do extrato bruto (10%), com uma redução de 46,8%. Em comparação com os herbicidas sintéticos comerciais que apresentam um controle pré emergente de picão preto de 90 a 100%, segundo (GAZZIERO et al, 2003), o extrato aquoso de sementes de urucum

apresenta-se promissor para controle da população de sementes da planta daninha na aplicação pré emergente em testes de laboratório.

Na variável VGerm, todas concentrações testadas apresentam redução neste índice e com maior efeito para a concentração do extrato bruto (10%). Esse atraso ocasionado pela ação alelopática do extrato na germinação das sementes de picão preto é importante para que a cultura de interesse consiga germinar antes e com isso apresentar vantagem na competição com as plântulas da espécie invasora. Esta informação, juntamente com a avaliação do IGerm, que apresentou redução significativa em comparação com a testemunha na concentração do extrato bruto (10%), demonstra que os compostos presentes no tegumento das sementes de urucum, apresentam potencial alelopático para o picão preto.

O efeito alelopático negativo observado para os parâmetros relacionados a germinação também foram observados nos parâmetros MS, CR e CPA, conforme dados apresentados na tabela 04. As reduções nestes valores, foram verificados em todas as concentrações testadas e o maior efeito verificado foi para o extrato bruto (10%).

Tabela 04 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos não triturados de *Bixa orellana* (urucum) com 24h de extração.

Conc. do extrato (%)	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
Testemunha	0.0499 a	30.60 a	25.83 a
1,25	0.0294 b	18.16 b	20.22 b
2,5	0.0239 b	17.66 b	19.16 b
5	0.0251 b	16.31 b	17.27 c
10	0.0192 c	10.71 c	13.43 c
CV	6.6	8.4	14.1

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade
CV – Coeficiente de variação

A ação alelopática negativa do extrato aquoso de urucum sobre o picão preto confirmam o potencial alelopático que o extrato aquoso de sementes de urucum não trituradas e que permaneceram em processo de lixiviação por 24h, pois afetam

conjuntamente a germinação e o desenvolvimento das plântulas, podendo ser recomendado como um potencial fitoherbicida para o controle de picão preto.

As reduções das médias dos parâmetros analisados no experimento ficam evidenciadas pelas comparações visuais entre o extrato aquoso de sementes de urucum não trituradas (NT24h) e a testemunha (Figura 05) após os 7 dias completos da montagem do experimento. O desenvolvimento das plântulas foi mais evidente no tratamento testemunha em comparação com a concentração do extrato bruto (10%), indicando assim o efeito alelopático negativo do extrato aquosos das sementes de urucum sobre a semente e plântula de picão preto.



Figura 05 – Comparativo entre tratamento com extrato bruto (10%) de sementes não trituradas de urucum sobre picão preto e tratamento testemunha
Fonte: o Autor, 2018

4.1.3 Tempo de extração 48h

Para as variáveis relacionadas a germinação de picão preto, não foram verificadas diferenças significativas para a %Germ, VGerm, IGerm e TMG, apenas a variável VMG apresentou uma redução a partir da concentração de 2,5%, conforme tabela 05.

Tabela 05 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (VGerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) não trituradas com 48h de extração

Conc. do extrato (%)	%Germ	VGerm	IGerm	TMG (dias)	VMG (dia ⁻¹)
Testemunha	84.0 a	9.87 a	101.2 a	3.3 a	0.30 a
1,25	83.3 a	9.37 a	97.4 a	3.5 a	0.29 a
2,5	85.4 a	8.95 a	111.5 a	3.6 a	0.27 b
5	93.0 a	9.17 a	125.1 a	3.8 a	0.26 b
10	83.3 a	7.78 a	116.8 a	3.9 a	0.25 b
CV	6.3	10.0	13.7	11.2	11.1

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade
CV – Coeficiente de variação

Para os parâmetros MS, CPA e CR (Tabela 06), não foram verificados efeitos positivos ou negativos no desenvolvimento das plântulas causados pelo extrato aplicado no experimento.

Tabela 06 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos não triturados de *Bixa orellana* (urucum) com 48h de extração.

Conc. do extrato (%)	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
Testemunha	0.0489 a	32.20 a	25.34 a
1,25	0.0502 a	33.38 a	23.36 a
2,5	0.0470 a	31.33 a	24.75 a
5	0.0479 a	32.17 a	24.62 a
10	0.0480 a	32.91 a	24.90 a
CV	6.1	9.0	10.4

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade
CV – Coeficiente de variação

Uma explicação plausível para que os extratos lixiviados por 48 horas de sementes de urucum não trituradas, não apresentem afeitos alelopáticos negativos para as sementes de picão preto, tanto para os parâmetros relacionados a germinação como os parâmetros relacionados ao desenvolvimento das plântulas, seria que os carotenoides presentes no tegumento das sementes de urucum podem sofrer degradação quando expostos a luz ou a altas temperaturas (GARCIA et al., 2012). No caso do experimento realizado neste trabalho, a longa exposição a luz (48 horas) pode ter sido o fator que afetou esta ação alelopática da bixina e norbixina.

4.2 ENSAIOS EM PICÃO PRETO COM EXTRATOS DE URUCUM TRITURADOS

Os extratos aquosos das sementes de urucum trituradas, não apresentaram interação estatística entre os fatores, portanto, os efeitos de cada fator proposto no trabalho foram analisados separadamente.

4.2.1 Tempo de extração 0h

Não foram verificados efeitos significativos nos parâmetros relacionados a germinação das sementes de picão preto para o extrato aplicado, conforme apresentado na tabela 07.

Tabela 07 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (VGerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) trituradas com 0h de extração

Conc. do extrato (%)	%Germ	VGerm	IGerm	TMG ¹ (dias)	VMG (dia ⁻¹)
Testemunha	85.4 a	10.00 a	101.2 a	3.3 a	0.30 a
1,25	84.0 a	9.00 a	104.1 a	3.6 a	0.27 a
2,5	85.4 a	9.18 a	108.8 a	3.6 a	0.27 a
5	75.0 a	7.66 a	98.4 a	3.8 a	0.26 a
10	79.1 a	8.97 a	96.8 a	3.4 a	0.28 a
CV	9.1	12.6	12.7	7.8	7.1

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

¹ os dados para a variável TMG foram transformados em $\arcsen \sqrt{100/x}$ para atendimento aos pressupostos estatísticos.

CV – Coeficiente de variação

Para os parâmetros MS, CR e CPA (tabela 08), o extrato não apresentou efeitos alelopáticos, assim como ocorreu no ensaio do extrato não triturado 0h de sementes de urucum.

Tabela 08 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 0h de extração.

Conc. do extrato (%)	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
Testemunha	0.0457 a	31.66 a	26.50 a
1,25	0.0424 a	30.71 a	26.70 a
2,5	0.0431 a	30.33 a	27.70 a
5	0.0445 a	30.31 a	28.13 a
10	0.0402 a	28.58 a	26.83 a
CV	8.4	7.3	7.1

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

CV – Coeficiente de variação

Assim como, ocorreu para o ensaio com as sementes não trituradas de urucum com o mesmo tempo de extração (0 horas), pode-se afirmar que os compostos (bixina e norbixina) presentes tanto no tegumento da semente como em seu interior, não causam efeito alelopático nos parâmetros germinativos nem no desenvolvimento das plântulas de picão preto.

4.2.2 Tempo de extração 24h

Para o ensaio realizado com o extrato triturado das sementes de urucum que em de lixiviação por 24h, foram verificados efeitos alelopáticos em todas as variáveis testadas dos parâmetros germinativos (tabela 09).

Tabela 09 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (Vgerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) trituradas com 24h de extração.

Conc. do extrato (%)	%Germ	VGerm	IGerm	TMG (dias)	VMG (dia ⁻¹)
Testemunha	87.5 a	8.42 a	125.3 a	4.0 a	0.24 a
1,25	58.3 b	4.59 b	95.6 b	4.9 b	0.20 b
2,5	53.4 b	4.56 b	85.8 b	4.7 a	0.21 b
5	62.5 b	4.72 b	104.1 a	5.0 b	0.19 b
10	47.9 c	4.24 b	67.2 b	4.4 a	0.22 a
CV	19.5	20.7	19.7	8.0	8.5

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade
CV – Coeficiente de variação

Na variável %Germ a redução ocorre em todas as concentrações testadas, com efeito mais significativo para a concentração do extrato bruto (10%), onde ocorreu uma redução 45,2% da germinação das sementes de picão preto em comparação com a testemunha.

Os dados obtidos estatisticamente entre o ensaio de sementes não trituradas de urucum e o ensaio de sementes trituradas de urucum com o mesmo tempo de extração, ou seja, 24 horas (tabela 10) é possível verificar que as sementes de urucum apresentam efeito alelopático negativo para o picão preto indiferente da forma de obtenção do extrato.

Tabela 10 – Comparativos das médias obtidas para os parâmetros Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (VGerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) não trituradas e trituradas com 24h de extração*

Conc. do extrato (%)	%Germ		VGerm		IGerm		TMG (dias)		VMG (dia ⁻¹)	
	NT24h	T24h	NT24h	T24h	NT24h	T24h	NT24h	T24h	NT24h	T24h
Tempo de extração										
Testemunha	87.4	87.5	8.42	8.42	125.3	125.3	4.0	4.0	0.24	0.24
1,25	65.2	58.3	5.65	4.59	98.4	95.6	4.4	4.9	0.22	0.20
2,5	58.3	53.4	4.69	4.56	89.5	85.8	4.7	4.7	0.21	0.21
5	67.3	62.5	5.52	4.72	112.0	104.1	4.5	5.0	0.22	0.19
10	46.5	47.9	3.57	4.24	76.9	67.2	5.0	4.4	0.20	0.22
CV	19.5	19.5	17.9	20.7	23.8	19.7	8.1	8.0	8.0	8.5

*Os fatores não apresentaram interação estatística e seus efeitos foram analisados separadamente para conclusão dos objetivos do trabalho
A tabela apenas ilustra as médias para fins de avaliação didática comparativa dos efeitos alelopáticos para os ensaios realizados

CV – Coeficiente de variação

Legenda:

NT 24h – Sementes não trituradas de urucum com tempo de extração de 24 horas

T24h – Sementes trituradas de urucum com tempo de extração de 24 horas

Com a visualização da tabela 10, é possível concluir que o fator tempo de extração das sementes de urucum é o condicionante para o preparo de um fitoherbicida natural para o controle de picão preto, indiferente da forma de trituração ou não das sementes de urucum.

Para os parâmetros relacionados ao desenvolvimento das plântulas de picão preto (MS, CR e CPA), conforme dados apresentados na tabela 11. A redução no comprimento médio da radícula e da parte aérea das plântulas sugerem que o extrato de sementes de urucum trituradas que permaneceram em processo de lixiviação por 24h na concentração e com maior efeito visível no extrato bruto (10%), apresentam potencial fitoherbicida para o combate de picão preto.

Tabela 11 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 24h de extração.

Conc. do extrato (%)	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
Testemunha	0.0376 a	23.83 a	26.60 a
1,25	0.0322 a	20.22 b	16.310 b
2,5	0.0298 b	17.27 c	17.66 b
5	0.0319 a	19.16 b	18.16 b
10	0.0221b	13.43 c	10.71 c
CV	10.5	14.1	8.4

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade
CV – Coeficiente de variação

Os dados relacionados aos padrões germinativos apresentados na tabela 10, para os parâmetros relacionados ao desenvolvimento das plântulas de picão preto, os dados comparativo entre as médias obtidas no teste com o extrato de sementes de urucum não trituradas e trituradas com o mesmo tempo de extração (24 horas) (Tabela 12) é possível verificar que em ambos os métodos de extração ocorreu efeito alelopático negativo no desenvolvimento das plântulas de picão preto com maior efeito observado na concentração do extrato bruto (10%).

Tabela 12 – Comparativos das médias obtidas para os parâmetros Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) não trituradas e trituradas com 24h de extração*

Conc. do extrato (%)	MS (g)		CR (mm)		CPA (MM)	
	NT24h	T24h	NT24h	T24h	NT24h	T24h
Testemunha	0.0499	0.0376	30.60	23.83	25.83	26.60
1,25	0.0294	0.0322	18.16	20.22	20.22	16.310
2,5	0.0239	0.0298	17.66	17.27	19.16	17.66
5	0.0251	0.0319	16.31	19.16	17.27	18.16
10	0.0192	0.0221	10.71	13.43	13.43	10.71
CV	6.6	10.5	8.4	14.1	14.1	8.4

*Os fatores não apresentaram interação estatística e seus efeitos foram analisados separadamente para conclusão dos objetivos do trabalho

A tabela apenas ilustra as médias para fins de avaliação didática comparativa dos efeitos alelopáticos para os ensaios realizados

CV – Coeficiente de variação

Legenda:

NT 24h – Sementes não trituradas de urucum com tempo de extração de 24 horas

T24h – Sementes trituradas de urucum com tempo de extração de 24 horas

A comparação visual das sementes de picão preto entre a testemunha e a concentração do extrato bruto (10%), demonstra o efeito negativo causado pelo extrato aquoso de sementes de urucum aplicado (Figura 06), na avaliação final do experimento realizada aos 7 dias.

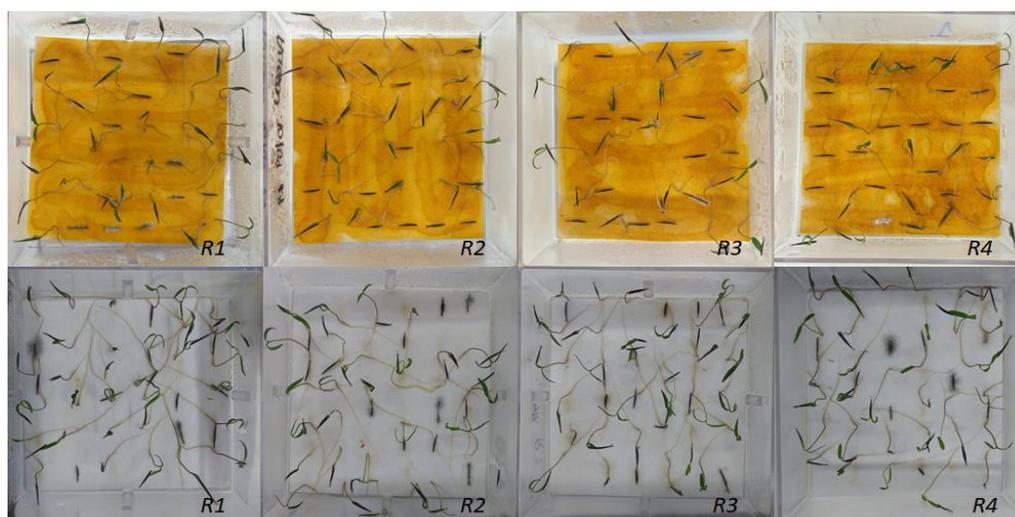


Figura 06 – Comparativo entre tratamento com extrato bruto (10%) de sementes trituradas de urucum sobre picão preto e tratamento testemunha

Fonte: o Autor, 2018

4.2.3 Tempo de extração 48h

No ensaio realizado com as sementes de urucum trituradas com tempo de lixiviação de 48 horas, foram observados efeitos alelopáticos nos parâmetros relacionados a germinação das sementes de picão preto (Tabela 13).

Tabela 13 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (VGerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) trituradas com 48h de extração

Conc. do extrato (%)	%Germ	VGerm	IGerm	TMG (dias)	VMG (dia ⁻¹)
Testemunha	88.2 a	9.87 a	106.8 a	3.4 a	0.28 a
1,25	82.6 a	9.75 a	91.4 a	3.2 a	0.30 a
2,5	76.4 b	8.69 b	89.3 b	3.3 a	0.30 a
5	77.7 b	8.69 b	93.5 a	3.4 a	0.29 a
10	70.8 b	7.59 b	84.9 b	3.5 a	0.28 a
CV	8.7	14.9	13.7	11.2	11.1

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade
CV – Coeficiente de variação

Para as variáveis %Germ e VGerm o efeito negativo na germinação das sementes de picão preto ocorre a partir da concentração de 2,5%, com uma redução média 15% da %Germ e de 15% na VGerm. Para o IGerm, as reduções só foram observadas nas concentrações de 2,5% e 10% em comparação com a testemunha.

Nos parâmetros relacionados ao desenvolvimento das plântulas de picão preto (MS, CR e CPA), não foram observadas diferenças significativas para nenhuma concentração aplicada, concluindo que não houve efeito alelopático negativo para as plântulas de picão preto (Tabela 14).

Tabela 14 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Bidens pilosa* (picão preto) sob efeito de extratos aquosos de sementes trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 48h de extração

Conc. do extrato (%)	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
Testemunha	0.0412 a	28.45 a	25.44 a
1,25	0.0430 a	29.05 a	26.01 a
2,5	0.0410 a	28.12 a	26.70 a
5	0.0399 a	27.89 a	23.80 a
10	0.0415 a	28.88 a	24.75 a
CV	6.8	7.3	8.2

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

CV – Coeficiente de variação

Os efeitos alelopáticos verificados neste ensaio foram sensíveis para apenas algumas variáveis relacionadas a germinação das sementes de picão preto e para as variáveis relacionadas ao desenvolvimento das plântulas nenhum efeito foi verificado, podendo-se concluir que o extrato de sementes de urucum triturados com processo de lixiviação de 48 horas, não apresentam potencial fitoherbicida para o controle da planta daninha.

Os extratos lixiviados por 48 horas de sementes de urucum trituradas, não apresentaram efeitos alelopáticos negativos para as sementes de picão preto, tanto para os parâmetros relacionados a germinação como os parâmetros relacionados ao desenvolvimento das plântulas, isso pode estar relacionado ao fato de que os carotenoides presentes no tegumento das sementes de urucum podem sofrer degradação quando expostos a luz ou a altas temperaturas (GARCIA et al, 2012). No caso do experimento realizado neste trabalho, a longa exposição a luz (48 horas) pode ter sido o fator que afetou a ação alelopática da bixina e norbixina.

4.3 ENSAIOS EM NABO FORRAGEIRO COM EXTRATOS NÃO TRITURADOS

Os extratos aquosos das sementes de urucum não trituradas, não apresentaram interação estatística entre os fatores testados para o ensaio com sementes de nabo forrageiro, portanto, os efeitos de cada fator proposto no trabalho foram analisados separadamente.

4.3.1 Tempo de extração 0h

Para as variáveis testadas relacionadas a germinação das sementes de nabo forrageiro, não foram verificados efeitos alelopáticos dos extratos aquosos de sementes de urucum com 0 horas de extração para nenhuma variável testada, conforme apresentado na tabela 15.

Tabela 15 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (VGerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes não trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 0h de extração.

Conc. do extrato (%)	%Germ ¹	VGerm ¹	IEmerg ¹	TMG (dias)	VMG (dia ⁻¹)
Testemunha	64.5 a	9.70 a	59.5 a	2.3 a	0.40 a
1,25	76.3 a	12.89 a	60.1 a	2.2 a	0.43 a
2,5	70.8 a	12.12 a	55.5 a	2.2 a	0.45 a
5	64.5 a	10.41 a	52.3 a	2.7 a	0.38 a
10	77.7 a	13.03 a	57.5 a	2.3 a	0.42 a
CV	22.0	24.6	22.7	18.2	11.9

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

¹ os dados para a variável %Germ, VGerm e IEmerg foram transformados em $\arcsen \sqrt{100/x}$ para atendimento aos pressupostos estatísticos.

CV – Coeficiente de variação

Verificando as médias obtidas no ensaio, é possível verificar uma tendência de aumento nos valores para todas as variáveis conforme aumenta a concentração do extrato em comparação com a testemunha, indicando um sensível efeito alelopático estimulante nos parâmetros germinativos.

Para as variáveis testadas relacionadas ao desenvolvimento das plântulas de nabo forrageiro, nenhuma concentração testada apresentou efeitos alelopático negativo (Tabela 16).

Tabela 16 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes não trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 0h de extração

Conc. do extrato (%)	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
Testemunha	0.4985 a	71.14 a	43.08 a
1,25	0.4877 a	71.94 a	45.05 a
2,5	0.4801 a	70.22 a	44.03 a
5	0.4850 a	71.18 a	44.19 a
10	0.4901 a	70.40 a	44.05 a
CV	16.9	21.2	17.0

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

CV – Coeficiente de variação

4.3.2 Tempo de extração 24h

Não foram observados efeitos significativos para as variáveis %Germ e VGerm no ensaio com o extrato aquoso de sementes de urucum não trituradas sob o nabo forrageiro.

Nas variáveis IGerm, TMG e VMG apenas na concentração do extrato bruto (10%), foram verificados efeitos alelopáticos estimulantes. Para a variável IGerm, o ensaio demonstrou que utilizando o extrato bruto (10%) as sementes de nabo forrageiro tendem a germinar mais rápido que em comparação com a testemunha, ou seja, o extrato funcionou como um estimulante de germinação (Tabela 17).

Outro indício que demonstra o efeito alelopático de estímulo do extrato de sementes de urucum sob o nabo forrageiro são as médias do TMG e da VMG, que na concentração do extrato bruto (10%) apontam que ocorre um maior número de sementes germinadas em um menor tempo se comparado a testemunha.

Tabela 17 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (VGerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes não trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 24h de extração

Conc. do extrato (%)	%Germ	VGerm	IGerm ¹	TMG ¹ (dia)	VMG ¹ (dia ⁻¹)
Testemunha	79.8 a	13.06 a	66.5 a	2.4 a	0.42 a
1,25	68.7 a	10.98 a	58.2 a	2.6 a	0.39 a
2,5	60.4 a	9.42 a	55.6 a	2.7 a	0.36 a
5	68.7 a	10.03 a	62.7 a	2.8 a	0.35 a
10	67.7 a	9.10 a	90.4 b	3.4 b	0.29 b
CV	15.8	19.6	18.6	11.7	11.2

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

¹ os dados para as variáveis IEmerg, TMG e VMG foram transformados em $\arcsen \sqrt{100/x}$ para atendimento aos pressupostos estatísticos.

CV – Coeficiente de variação

Para os parâmetros relacionados ao desenvolvimento da plântula, não foram verificados efeitos significativos para as concentrações aplicadas em comparação com a testemunha (Tabela 18).

Tabela 18 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes não trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 24h de extração

Conc. do extrato (%)	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
Testemunha	0.4718 a	72.40 a	41.70 a
1,25	0.4802 a	70.99 a	40.73 a
2,5	0.4705 a	71.04 a	41.00 a
5	0.4835 a	72.22 a	42.05 a
10	0.4799 a	71.90 a	41.25 a
CV	18.5	19.1	15.2

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

CV – Coeficiente de variação

4.3.3 Tempo de extração 48h

A aplicação do extrato não triturado de sementes de urucum com tempo de extração de 48h, não apresentou efeitos significativos sobre os parâmetros relacionados a germinação de sementes de nabo forrageiro (Tabela 19).

Tabela 19 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (VGerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes não trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 48h de extração

Conc. do extrato (%)	%Germ	VGerm	IGerm	TMG (dias)	VMG (dia ⁻¹)
Testemunha	86.1 a	14.56 a	69.0 a	2.2 a	0.43 a
1,25	81.9 a	12.93 a	72.5 a	2.4 a	0.40 a
2,5	73.6 a	15.51 a	73.5 a	2.8 a	0.35 a
5	76.3 a	11.51 a	71.0 a	2.6 a	0.37 a
10	79.8 a	11.05 a	80.1 a	2.9 a	0.34 a
CV	9.0	14.4	8.3	8.2	7.6

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade
CV – Coeficiente de variação

Para as variáveis relacionadas ao desenvolvimento da plântula de nabo forrageiro, não foram observados efeitos significativos das concentrações aplicadas em comparação ao teste testemunha (Tabela 20).

Tabela 20 - Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes não trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 48h de extração

Conc. do extrato (%)	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
Testemunha	0.4840 a	74.85 a	48.30 a
1,25	0.4932 a	73.49 a	46.14 a
2,5	0.4785 a	72.56 a	48.98 a
5	0.4704 a	70.02 a	45.51 a
10	0.4728 a	71.92 a	47.44 a

CV 12.4 16.7 11.5

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade
CV – Coeficiente de variação

4.4 ENSAIOS EM NABO FORRAGEIRO COM EXTRATOS TRITURADOS

Os extratos aquosos das sementes de urucum trituradas, não apresentaram interação estatística entre os fatores testados no ensaio com sementes de nabo forrageiro, portanto, os efeitos de cada fator proposto no trabalho foram analisados separadamente.

4.4.1 Tempo de extração 0h

Para o teste realizado com o extrato de sementes trituradas de urucum com tempo de extração de 0 horas (Tabela 21), não foram observados efeitos alelopáticos negativos, neutros ou de estímulos para as variáveis %Germ, VGerm e IGerm. Para as variáveis TMG e VMG foi observado um efeito alelopático de estímulo para a concentração de 1,25%, onde em comparação com a testemunha, ocorre mais sementes germinadas em um menor tempo.

Tabela 21 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (VGerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos triturados de *Bixa orellana* (urucum) com 0h de extração

Conc. do extrato (%)	%Germ	VGerm	IGerm	TMG (dias)	VMG (dia ⁻¹)
Testemunha	86.1 a	14.56 a	69.0 a	2.2 a	0.43 a
1,25	92.3 a	16.27 a	68.7 a	2.0 b	0.48 b
2,5	88.1 a	15.12 a	66.6 a	2.2 a	0.45 a
5	88.8 a	14.97 a	69.1 a	2.2 a	0.44 a
10	90.2 a	15.30 a	69.8 a	2.2 a	0.44 a
CV	6.4	7.0	8.4	4.3	4.2

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade
CV – Coeficiente de variação

Para os parâmetros relacionados ao desenvolvimento da plântula de nabo forrageiro não houve efeito alelopático, portanto, não reduziu nem estimulou desenvolvimento da espécie (Tabela 22).

Tabela 22 – Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 0h de extração

Conc. do extrato (%)	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
Testemunha	0.4598 a	65.41 a	41.00 a
1,25	0.4761 a	67.57 a	42.21 a
2,5	0.4709 a	66.80 a	42.99 a
5	0.4801 a	67.02 a	45.15 a
10	0.4790 a	65.30 a	42.31 a
CV	15.9	19.1	16.7

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

CV – Coeficiente de variação

4.4.2 Tempo de extração 24h

O extrato triturado de sementes de urucum com tempo de extração de 24h (Tabela 23), não apresentou efeito alelopático nas variáveis relacionadas a germinação de sementes de nabo forrageiro.

Tabela 23 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (VGerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos triturados de *Bixa orellana* (urucum) com 24h de extração

Conc. do extrato (%)	%Germ	VGerm	IGerm	TMG (dias)	VMG (dia ⁻¹)
Testemunha	86.1 a	14.56 a	69.0 a	2.2 a	0.43 a
1,25	83.3 a	13.08 a	71.6 a	2.5 a	0.39 a
2,5	87.5 a	14.70 a	68.4 a	2.3 a	0.41 a
5	80.5 a	13.22 a	68.1 a	2.4 a	0.40 a

10	74.3 a	11.16 a	68.2 a	2.6 a	0.43 a
CV	11.4	12.4	13.1	6.4	6.1

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

CV – Coeficiente de variação

Para as variáveis relacionadas ao desenvolvimento da plântula de nabo forrageiro (Tabela 24) os valores das médias obtidas no experimento, não foram significativas em comparação a testemunha, indicando que o extrato não apresenta efeito alelopático para a espécie.

Tabela 24 - Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 24h de extração

Conc. do extrato (%)	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
Testemunha	0.3911 a	68.85 a	51.00 a
1,25	0.3854 a	66.49 a	50.14 a
2,5	0.3887 a	67.56 a	49.41 a
5	0.3965 a	67.05 a	53.56 a
10	0.3902 a	66.92 a	51.50 a
CV	14.7	10.4	16.5

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

CV – Coeficiente de variação

4.4.3 Tempo de extração 48h

A aplicação das concentrações 5% e o extrato bruto (10%) no experimento com sementes de nabo forrageiro apresentaram uma redução significativa para os parâmetros relacionados a germinação comparadas com o teste testemunha. (Tabela 25). Em ambas as concentrações o efeito alelopático negativo foi em relação a %Germ e apenas para o extrato bruto (10%) a VGerm foi reduzida em comparação a testemunha.

Tabela 25 - Porcentagem de germinação (%G), Velocidade de germinação (VGerm), Índice de germinação (IGerm), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos triturados de *Bixa orellana* (urucum) com 48h de extração

Conc. do extrato (%)	%Germ	VGerm	IGerm	TMG	VMG
Testemunha	86.1 a	14.56 a	69.0 a	2.2 a	0.43 a
1,25	90.9 a	15.27 a	74.7 a	2.2 a	0.43 a
2,5	86.1 a	14.49 a	69.0 a	2.2 a	0.43 a
5	82.6 b	14.00 a	65.5 a	2.2 a	0.44 a
10	79.1 b	12.54 b	69.3 a	2.4 a	0.40 a
CV	6.1	6.6	8.3	5.3	5.4

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade
CV – Coeficiente de variação

Os parâmetros relacionados ao desenvolvimento da plântula não apresentaram diferenças significativa em relação a testemunha para nenhuma das concentrações (Tabela 26).

Tabela 26 - Massa Seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes trituradas de *Bixa orellana* (urucum) com 48h de extração

Conc. do extrato (%)	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
Testemunha	0.3650 a	69.58 a	52.45 a
1,25	0.3752 a	68.99 a	51.10 a
2,5	0.4002 a	70.07 a	50.77 a
5	0.3820 a	69.11 a	52.96 a
10	0.3970 a	70.97 a	52.66 a
CV	10.9	11.7	15.5

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade
CV – Coeficiente de variação

5 CONCLUSÕES

Extratos aquosos de sementes de urucum não trituradas e trituradas apresentaram efeitos alelopáticos negativos sob a germinação de sementes de picão preto e no desenvolvimento inicial das plântulas no tempo de extração de 24 horas

Extratos aquosos de sementes de urucum não trituradas e trituradas apresentam efeitos alelopáticos estimulantes (positivos) sob a germinação de sementes de nabo forrageiro e não apresentam efeitos alelopáticos no desenvolvimento inicial de plântulas no tempo de 24 horas.

O tempo de extração é um fator determinante para a ação dos compostos carotenoides presentes no tegumento das sementes de urucum que exercem efeito alelopático em picão preto e nabo forrageiro. Sendo recomendado o tempo de 24 horas de extração.

O urucum apresenta potencial fitoherbicida para o controle de picão preto e não afetando negativamente sementes e plântulas de nabo forrageiro (família Brassicaceae), podendo ser testado em áreas de produção agrícola orgânica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste trabalho foi avaliar o potencial alelopático de extratos aquosos de sementes de urucum sobre duas plantas problemáticas para a agricultura orgânica de hortaliças. Em condições de laboratório, o extrato aquoso de sementes de urucum, apresentou resultados satisfatórios para o controle do picão preto nos processos germinativos e de desenvolvimento inicial desta planta, e em testes com nabo forrageiro (família Brassicaceae) para os mesmos parâmetros, foram observados efeitos de estímulo para esta planta, mas em tratando-se de agricultura de hortaliças de manejo orgânico, o trabalho apresentou um meio alternativo para o controle de picão preto sem afetar inicialmente uma das espécies da família Brassicaceae, composta por várias hortaliças cultivadas, como couve, brócolis, rabanete e rúcula.

A continuidade da linha de trabalho com o urucum como um possível fitoherbicida para diferentes plantas daninhas que acomete a agricultura de hortaliças orgânica é de extrema importância, pois não são conhecidos estudos na área com a espécie.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGAS, F.S., et al. Embebição e germinação de sementes de picão preto (*Bidens pilosa*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.21, n.1, p.21-25, 2003.

ALMEIDA, F.S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988 (Circular técnica 53).

ALMEIDA, F.S. Influência da cobertura morta na biologia do solo. **A Granja**, São Paulo, v. 4, n. 451, 1985.

ALMEIDA, N. G. Corantes naturais: uso e aplicação industrial. **Programa de Desenvolvimento Sócio-econômico de Especiarias e Corantes Naturais Paranaenses**. 2008. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/qas/uploads/1652/corantes_naturais_14abr2008.pdf>. Acesso em: 16 de outubro de 2018.

ALVINO, C.A. et al. Interferência e controle de plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Revista científica eletrônica de agronomia**. Ano X, n 20, Dez de 2011.

ANDRADE-NETO, V.F. et al. Antimalarial activity of *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) ethanol extracts from wild plants collected in various localities or plants cultivated in humus soil. **Phytotherapy Research**. v.18, p.634–639, 2004.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 237, 2006.

BARBOZA, W. F.; SOUSA, E. P. Agricultura orgânica no Brasil: características e desafios. **Revista Economia e Tecnologia (RET)**. v. 8, n. 4, p. 67-74, 2012.

BARROZO, M. A. S. et al. Mechanical extraction of natural dye extract from *Bixa orellana* seeds in spouted bed. **Industrial Crops and Products**. v. 45, p.279– 282, 2013.

BATTISTI, L. Seletividade de produtos naturais comerciais a *Telenomus podisi* Ashmead 1893 (Hymenoptera: Platygasteridae). Dissertação, UTFPR – Dois Vizinhos, 2017.

BHERING, L.L. Rbio: A Tool For **Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform**. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.17: 187-190p, 2017.

BIANCHI, M.A. et al. Interferência de *Raphanus sativus* na produtividade de cultivares de soja. **Planta daninha**. v.29, n.4, Viçosa, Oct./Dec. 2011.

BOEHM, Camila. Produção orgânica está em expansão no país. Agência Brasil. São Paulo, 29 ago. 2018. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-08/producao-organica-esta-em-expansao-no-pais>>. Acesso em: 06 jan. 2019.

BRANDÃO, M.G.L. et al. Antimalarial activity of extracts and fractions from *Bidens pilosa* and other *Bidens* species (Asteraceae) correlated with the presence of acetylene and flavonoid compounds. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 57, p. 131-138, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regra de análise de sementes**. Brasília: Departamento de Produção Vegetal, 2009

BRASIL. Ministério da Saúde. **Monografia da espécie *Bidens pilosa* (picão preto)**. Brasília: ANVISA, 2015.

CASTRO et al. **A cultura do urucum**. Embrapa Amazônia Oriental. - 2. ed. rev. ampl. - Brasília, DF :Embrapa Informação Tecnológica, 2009.61 p. : il. ; 16 cm. - (Coleção Plantar, 64).

CHOU, C. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.18, n.5, p.609-636. 1999.

Diário da manhã. Plantas daninhas: o custo da resistência. Passo Fundo/RS, 13 mai de 2013. Disponível em:< https://www.agrolink.com.br/noticias/plantas-daninhas--o-custo-da-resistencia_170246.html>. Acesso em: 06 jan. 2019.

DI STASI, L. C; HIRUMA-LIMA, C. A. **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**. 2ª Edição, UNESP: São Paulo, 2002.

DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. S. Noções sobre a alelopatia. **Boletim Técnico**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 28 p., 1993.

EINHELLIG, F. A. **Plant x plant allelopathy: biosynthesis and mechanism of action**. In: Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 1995, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, p. 59-74, 1995.

EMBRAPA. Nabo forrageiro. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn002wx5eo0sawqe38tspejq.html>>. Acesso em: 06 jan. 2019.

FERREIRA, R. L. **Métodos para avaliar a qualidade de sementes de urucum: viabilidade e vigor**. Piracicaba, 2013

FIBL. Research Institute of Organic Agriculture; IFOAM. International Federation of Organic Agriculture Movements. **The world of organic agriculture: statistics & emerging trends 2017**. Disponível em: <<https://shop.fibl.org/CHen/mwdownloads/download/link/id/785/?ref=1>>. Acesso em: 28 dez 2018.

FLECK, N. G. et al. Interferência de picão-preto e guanxuma com a soja: efeitos da densidade de plantas e época relativa de emergência. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.34, n.1, p.41-48, jan-fev, 2004.

FLORES, D. M. et al. Antibacterial activity of *Bixa orellana* L. (achiote) against *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguinis*. **Asian Pac J Trop Biomed**, n. 6 v. 5, p. 400–403, 2016

FONSECA, M.F.A.C.; BARBSA, S.C.A.; COLNAGO, N.F.; SILVA, G.R.R. **Agricultura orgânica: Introdução as normas, regulamentos técnicos e critérios para acesso aos mercados dos orgânicos no Brasil**. Programa Rio Rural, Niterói –RJ, 2009. Disponível em: <<http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/19%20Agricultura%20Organica.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

FRANCO, C.F. et al. **Urucuzeiro - agronegócio de corantes naturais**. EMEPA, João Pessoa/PB. 120 p., 2002.

GARCIA, C. E. R. et al. Carotenoides bixina e norbixina extraídos do urucum (*Bixa orellana* L.) Como antioxidantes em produtos cárneos. **Ciência Rural**, Santa Maria/RS, v.42, n.8, p.1510-1517, 2012.

GAZZIERO, D. L .P. et al. Manejo de *Bidens subalternans* resistentes aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase. **Planta Daninha**, Viçosa/MG, v.21, n.2, p.283-291, 2009.

HADAS, A. **Water update germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solution.** *Journal Experimental of Botany*, Oxford, v. 27, n. 98, p. 480-489, 1976.

HORIUCHI, M.; SEYAMA, Y. Improvement of the anti-inflammatory and anti-allergic activity of *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Scherff treated with enzyme cellulose. **Journal of Health Science**, v. 54, p.294-301. 2008

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes.** 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>>. Acesso em: 05 jan. 2019.

KIRIZAWA, M.; ABREU, C.T. Bixaceae In: Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Giulietti, A.M., Melhem, T.S., Bittrich, V., Kameyama, C. (eds.) **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Instituto de Botânica, São Paulo, vol. 2, pp: 55-56

KRETTLI, A. U. et al. The search for new antimalarial drugs from plants used to treat fever and malaria. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. v. 96 (8), p. 1033-1042. 2001.

KUMARI, P. et al. A promising anticancer and antimalarial component from the leaves of *Bidens pilosa*. **Planta Medica**. v.75(1), p. 59-61, 2009.

Líder mundial, Brasil pode ganhar mais agrotóxicos na comida. Revista Galileu Online, Porto Alegre, 08 mai 2018. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2018/05/lider-mundial-brasil-pode-ganhar-mais-agrotoxicos-na-comida.html>>. Acesso em: 25 set 2018.

LIMA, L. R. P. et al. Bixina, Norbixina e Quercetina e seus efeitos no metabolismo lipídico de coelhos. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci.**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 196-200, 2001.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de estudos da flora, 2000.

MACIAS, F.A.; GALINDO, J.C.G.; MOLINILLO, J.M.G. **Plant biocommunicators: application of allelopathic studies.** In: Congress, 2000 years of natural products research: past, present and future; 1999; Amsterdam.

MAGUIRE, J. D. **Speed of germination-aid in selection and valuation for seedling emergence and vigor**. Crop Science, Madison, v. 2, n. 1, jan./feb. 1962. 176-177p.

MAZZOLENI, E.M.; NOGUEIRA, J.M. Agricultura orgânica: características básicas do seu produtor. **RER**, Rio de Janeiro, v. 44, n.2, p. 263-293, 2006.

NODARI, R.O.; GUERRA, M.P. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 83, p. 183-207, 2015.

ODUM, E. P.; BARRET, G. W. **Fundamentos de ecologia**. 1. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

OLIVEIRA, F.Q. et al. New evidences of antimalarial activity of *Bidens pilosa* roots extract orrelated with polyacetylene and flavonoids. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 93, p. 39–42, 2004.

PECH-HOILA; R. et al. Variation in the mating system of *Bixa orellana* L. (achiote) under three different agronomic systems. **Scientia Horticulturae**, 223, p. 31–37, 2017.

PENTEADO, S.R. **Defensivos alternativos e naturais: para uma agricultura saudável**.4. ed. Campinas, SP: Via Orgânica, 2010. 172 p.

PEREIRA, R.L.C. et al. Immunosuppressive and anti-inflammatory effects of methanolic extract and the polyacetylene isolated from *Bidens pilosa* L. **Immunopharmacology**. v. 43, p. 31–37. 1999.

PITELLI, R. A.; KARAM, D. Ecologia de plantas daninhas e a sua interferência em culturas florestais. In: **SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO**, 1988, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: 1988.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**. Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 1-24, 1987

PUTNAM, A. R. Weed allelopathy. In: DUKE, S. O. **Weed Physiology**, 1a.ed.Florida: CRC Press, 1985. P. 131-155.

REIGOSA, M.J et al. **Allelopathy: a physiological process with ecological implications**. Espanha: Springer, 2006. **Rev. bras. zootec.** n. 29, v. 5, p.1435-1439, 2006.

RICE, E.L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1984.

RIZZARDI, M.A, et al. Nível de dano econômico como critério para controle de picão-preto em soja. **Planta Daninha**. Viçosa-MG, v.21, n.2, p.273-282, 2003.

RODRIGUES, L. R. A.; ALMEIDA, A. R. P.; RODRIGUES, T. J. D. Alelopatia em forrageiras e pastagens. In: **Simpósio sobre ecossistema de pastagens**, 2., 1993, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 1993.

RODRIGUES, N. C. **Alelopatia no manejo de plantas daninhas**. Sete Lagoas: UFSJ, 2016.

SALVADOR, C.A. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2011/12**. Estado do Paraná secretaria da agricultura e do abastecimento departamento de economia rural, 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/agricultura_organica_2011_12.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2018.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Análise estatística. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação – do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p.197-208, 2004.

SANTOS, J. B.; CURY, J. P. Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. **Planta Daninha**. Viçosa/MG, v.29, número especial, p.1159-1171, 2011.

SÃO PAULO. Secretaria de agricultura e abastecimento. Disponível em:<<http://www.cati.sp.gov.br/portal/produtos-e-servicos/publicacoes/acervo-tecnico/nabo-adubo-verde-forragem-e-bioenergia>>. Acesso em: 06 jan. 2019.

SHILPI, J. A. et al. Preliminary pharmacological screening of *Bixa orellana* L. leaves. **Journal of Ethnopharmacology** 108, p. 264–271, 2007.

SILVA, J. H. V. et al. Efeito do Extrato de Urucum na Pigmentação da Gema dos Ovos. **Rev. bras. zootec.** v. 29, n. 5, p. 1435-1439, 2000.

SILVA, M. G. F. Avaliação do potencial alelopático de raízes de capimannoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) e estudo fitoquímico. Dissertação, UTFPR - Pato Branco, 2014.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M et al. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Potencial alelopático de plantas de acapu (*Vouacapoua americana*): efeito sobre plantas daninhas de pastagens**. Planta Daninha. Viçosa.18, n.3, p.435-441, 2000.

SOUZA, I. F. Alelopatia de plantas daninhas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 150, 1988.

SOUZA, J. R. P. et al. Efeito de extratos vegetais na germinação de sementes de alface e picão-preto. **Tecnol. & Ciên. Agropec.** João Pessoa, v.10, n.5, p.35-39, jul. 2016.

TEIXEIRA, L. M. R.; ZAMPIEROM, S. L. M. Estudo da Biologia Floral e Entomofauna Associada ao Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus*: Cruciferae): Resultados Prévios. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 135-137, jul. 2007.

THEISEN, G. (Org). Aspectos botânicos e relato da resistência de nabo silvestre aos herbicidas inibidores de ALS. **EMBRAPA**. Documento 239. Pelotas/RS. 2008.

TOBINAGA, S. et al. Isolation and identification of a potent anti-malarial and antibacterial polyacetylene from *Bidens pilosa*. **Planta Medica**. v. 75(6), p. 624-628, 2009.

WALLER, G.R. et al. Biochemical analysis of allelopathic compounds: plants, microorganisms, and soil secondary metabolites. In: INDERJIT; DAKSHINI, K.M.M. & FOY, C.L. (Eds.) **Principles and practices in plant ecology**. Boca Raton, CRC Press, p.75-98, 1999.

WEIDENHAMER, J. D. Distinguishing resource competition and chemical interference: overcoming the methodological impasse. **Agron.J.**, v. 88, n. 6, 1996.

WEIR, T. L.; PARK, S. W.; VIVANCO, J. M. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. **Curr.Opin. Plant Biol.**, v. 7, n. 4, 2004.

ZANATTA, J. F. et al. Interferência de plantas daninhas em culturas olerícolas. Revista da FZVA. Uruguaiana, v.13, n.2, p. 39-57. 2006

ZOLDAN, P.C. MIOR, L.C. **Produção orgânica na agricultura familiar de Santa Catarina**. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina Florianópolis, 2012. Disponível em: <http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/agriculturaorganica.pdf>. Acesso em: 12 dez 2018.