



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA LINHA DE FORMAÇÃO EM
AGROECOLOGIA

FELIX BENEDETTI FORMIGHEIRI

ALELOPATIA DE *Ambrosia artemisiifolia* NA GERMINAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS
DE MILHO E SOJA

LARANJEIRAS DO SUL

2017

FELIX BENEDETTI FORMIGHEIRI

**ALELOPATIA DE *Ambrosia artemisiifolia* NA GERMINAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS
DE MILHO E SOJA**

Trabalho de conclusão de curso de
graduação apresentado como requisito para
obtenção de grau de Bacharel em Agronomia
da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador Prof. Dr. Lisandro Tomas da
Silva Bonome

LARANJEIRAS DO SUL

2017

FELIX BENEDETTI FORMIGHEIRI

ALELOPATIA DE *Ambrosia artemisiifolia* NA GERMINAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS
DE MILHO E SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia com Linha de formação em Agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul (PR).

Orientador: Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido e aprovado pela banca em:

07 / 12 / 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome

Prof. Dr. Henrique von Hertwig Bittencourt

Prof. Dr. Luciano Tormen

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Formigheiri, Felix Benedetti

Alelopatia de *Ambrosia artemisiifolia* na Germinação e Desenvolvimento de Plântulas de Milho e Soja / Felix Benedetti Formigheiri. -- 2017.

33 f.

Orientador: Lisandro Tomas da Silva Bonome.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia , , 2017.

1. Planta espontânea. 2. Losna do campo. 3. *Zea mays* L. 4. *Glycine max* L. 5. Compostos fenólicos . I. Bonome, Lisandro Tomas da Silva, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	8
MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
CONCLUSÕES	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
ANEXO I – NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS.	31

1 **Alelopatia de *Ambrosia artemisiifolia* na germinação e desenvolvimento de**
2 **plântulas de Milho e Soja**

3

4 **Allelopathy of *Ambrosia artemisiifolia* on germination and development of maize**
5 **and soybean seedlings**

6 *Felix Benedetti Formigheiri¹, Lisandro Tomas da Silva Bonome², Henrique von
7 Hertwig Bittencourt², Keidima Leite¹, Maicon Reginato³ e Leonardo Khaoê Giovanetti¹.

8

9 ¹Graduando do curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, 85.301-190, Laranjeiras do
10 Sul, Paraná, Brasil;

11 ²Professor Adjunto no curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul,
12 Paraná, Brasil;

13 ³Mestrando em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras
14 do Sul, Paraná, Brasil.

15

16 (*E-mail: felix.benedetti@hotmail.com)

17 **Resumo**

18 Neste trabalho foram avaliados os efeitos alelopáticos de exsudados radiculares e extrato
19 aquoso da parte aérea de *Ambrosia artemisiifolia* sobre a germinação e o vigor de
20 sementes de milho e soja. O trabalho foi composto por dois experimentos. O primeiro foi
21 realizado em esquema fatorial (2x2), milho e soja com e sem exsudato radicular. O
22 segundo foi realizado em esquema fatorial (2x4), milho e soja nas concentrações de 0,
23 25, 50 e 75 % de extrato aquoso de parte aérea de *A. artemisiifolia*. O exsudato radicular
24 de *A. artemisiifolia* afeta negativamente o vigor de sementes de milho, mas não a
25 germinação. O exsudato radicular de *A. artemisiifolia* não influencia na germinação e no
26 vigor de sementes de soja. A cultura do milho apresenta maior sensibilidade a efeitos
27 alelopáticos de exsudato radicular. O extrato aquoso da parte aérea de *A. artemisiifolia*
28 afeta negativamente o vigor de sementes de milho e o vigor e a germinação de sementes
29 de soja, sendo a cultura da soja mais sensível aos efeitos alelopáticos do extrato. O extrato
30 aquoso da parte aérea de *A. artemisiifolia* apresentou teor de fenóis totais de 11,13 mg.g⁻¹
31 de massa seca da planta, considerado alto quando comparado a outras plantas
32 espontâneas.

33

34 **Palavras-chave:**

35 Planta espontânea, Losna do campo, *Zea mays* L., *Glycine max* L., Compostos fenólicos

36

37 **Abstract**

38 In this work the allelopathic effects of root exudates and aqueous extract of the aerial part
39 of *Ambrosia artemisiifolia* on the germination and vigor of corn and soybean seeds were
40 evaluated. The work was composed of two experiments. The first one was done in a
41 factorial scheme (2x2), corn and soybean with and without root exudate. The second one
42 was done in factorial (2x4), corn and soybean at concentrations of 0, 25, 50 and 75%
43 aqueous extract of aerial part of *A. artemisiifolia*. The root exudate of *A. artemisiifolia*
44 negatively affects the vigor of maize seeds, but not germination. The root exudate of *A.*
45 *artemisiifolia* does not influence the germination and vigor of soybean seeds. The maize
46 crop shows greater sensitivity to allelopathic effects of root exudate. The aqueous extract
47 of the aerial part of *A. artemisiifolia* negatively affects the vigor of maize seeds and the
48 vigor and germination of soybean seeds, being the soybean crop more sensitive to the
49 allelopathic effects of the extract. The aqueous extract of the aerial part of *A.*
50 *artemisiifolia* presented total phenol content of 11.13 mg.g⁻¹ of dry mass of the plant,
51 considered high when compared to other spontaneous plants.

52

53 **Keywords**

54 Weed, Common ragweed, *Zea mays* L., *Glycine max* L., Phenolic compounds.

55

56 **Introdução**

57 O Brasil vem se destacando no cenário mundial pelo potencial de produção agrícola.
58 Através da aplicação de tecnologias e operações de manejo eficientes notam-se aumentos
59 significativos de produtividade, destacando-se entre os principais cultivos a cultura do
60 milho e da soja. De acordo com dados da Conab (2017) para a safra 2016/2017 estimou-
61 se uma produção de 88,969 e 107,614 milhões de toneladas, de milho e soja,
62 respectivamente, representando aproximadamente 84,4% da área agrícola cultivada no
63 país. Desta forma, estas culturas representam grande parte dos rendimentos no
64 agronegócio nacional, estando ligadas a diversas cadeias produtivas.

65 Diversos fatores podem interferir na produtividade dos cultivos agrícolas, dentre eles,
66 merece destaque, os prejuízos causados por plantas espontâneas na lavoura devido a
67 competição por água, radiação solar e nutrientes minerais, podendo estas ainda atuar
68 como hospedeiras de pragas e doenças, exercer efeitos alelopáticos, dificultar a colheita
69 da planta cultivada, além dos efeitos prejudiciais causados pelos diferentes métodos de
70 controle (VASCONCELOS, 2012).

71 A losna do campo (*Ambrosia artemisiifolia* L.), espécie originária da Europa e
72 pertencente à família das Compositae é uma planta anual que se desenvolve nas regiões
73 Centro Oeste, Sudeste e Sul do Brasil (CORREA, 1984). Esta espécie é considerada uma
74 planta infestante de solos cultivados, jardins, pastagens e beiradas de estradas,
75 apresentando boa capacidade reprodutiva através da propagação por meio de sementes
76 (DITOMMASO, 2004). A *A. artemisiifolia* vem apresentando tolerância ao controle com
77 herbicidas em algumas culturas e o controle mecânico ou químico insuficientes permitem
78 o rebrote rápido da planta a partir da base do caule, tornando-se com isso, uma importante
79 planta infestante (BOHREN, 2007).

80 Observadas com frequência em áreas agrícolas, acredita-se que a convivência de
81 populações de losna do campo com cultivos de milho e soja vem causando interferência
82 negativas, resultando assim em perdas de produtividade nas áreas infestadas. As plantas
83 espontâneas podem impactar de diferentes maneiras os cultivos agrícolas, sendo uma das
84 principais formas de interferência a alelopatia, a qual é definida como qualquer efeito,
85 direto ou indireto, benéfico ou prejudicial, de uma planta ou de microrganismos sobre
86 outras plantas, mediante a produção de compostos químicos que são liberados no
87 ambiente (RICE, 1984).

88 A liberação destas substâncias se dá por meio de processos como a exsudação radicular,
89 volatilização de compostos, lixiviação das folhas e decomposição de resíduos
90 (BORELLA E PASTORINI, 2009). Estes compostos agem na fisiologia das plantas
91 principalmente sobre a divisão, alongamento e ultraestrutura celular, além disso
92 interferem nos mecanismos hormonais de indução de crescimento, na permeabilidade das
93 membranas celulares, abertura estomática, fotossíntese, respiração, síntese proteica,
94 metabolismo de lipídios e dos ácidos graxos (EINHELLIG, 2004; POLITYCKA, 1999;
95 SAMPIETRO et al. 2006).

96 Os estudos e resultados de laboratório constituem o primeiro passo para a identificação
97 do comportamento de plantas associadas com aleloquímicos. Os bioensaios consistem em
98 monitorar a germinação de sementes e/ou o crescimento de plântulas de espécies vegetais,
99 peculiarmente mais sensíveis, na presença de resíduos ou de extratos da planta em estudo.
100 A inibição ou o estímulo da germinação, ou ainda do crescimento de plântulas, são
101 evidências da atividade alelopática (CANDIDO, 2010).

102 Segundo Almeida (1991), os efeitos alelopáticos podem ser avaliados através da extração
103 de partes do vegetal com água, sendo o extrato utilizado como meio umedificante em
104 bioensaios de germinação de sementes. Desta forma, é possível observar os efeitos dos

105 compostos alelopáticos sobre as espécies cultivadas, os quais expressam-se por inibição,
106 mais ou menos pronunciada, da germinação e do desenvolvimento das plântulas
107 (VYVYAN, 2002).

108 Diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar a influência de exsudatos
109 radiculares e extrato aquoso da parte aérea de losna do campo (*A. artemisiifolia*) na
110 germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de milho e soja.

111 **Material e Métodos**

112 Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Fisiologia Vegetal e de
113 Germinação e Crescimento de Plantas da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS),
114 Campus Laranjeiras do Sul – Paraná. Nos bioensaios foram testadas sementes comerciais
115 de milho (*Zea mays*), cultivar 22D11 da Sempre sementes e sementes de soja (*Glycine*
116 *max*), cultivar 96Y90 da Pionner®.

117 Após o recebimento das amostras de sementes no laboratório, foram realizados os testes
118 de qualidade, que consistiram na determinação do grau de umidade por meio do método
119 padrão de estufa a 105 °C e porcentagem de germinação por meio do teste padrão de
120 germinação descrito pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009)..

121 Para a obtenção de extrato vegetal, foi coletada em março de 2016 no município de
122 Laranjeiras do Sul - PR parte aérea de plantas adultas ainda não floridas de *A.*
123 *artemissifolia*. Estas foram secas em estufa com circulação de ar forçada a 40 °C até
124 atingir massa constante. Após a secagem, o material vegetal foi moído em moinho de
125 facas do tipo Willey com tela malha 1 mm, e imediatamente acondicionado em frascos
126 de vidro vedados com parafilm, tampados e armazenados em local escuro.

127 Para a obtenção de sementes de *A. artemisiifolia*, aguardou-se a finalização do ciclo das
128 plantas, sendo coletada as sementes dos ramos terminais. No laboratório, foi realizada a
129 separação manual das sementes e, em seguida, a limpeza destas por meio de soprador

130 com abertura de fluxo de ar de 4,0 cm, retirando impurezas e sementes chochas. Uma
131 amostra de sementes foi retirada para aferição de umidade e porcentagem de germinação.
132 O extrato aquoso da parte aérea foi obtido a partir da diluição de 25 gramas de massa seca
133 do material vegetal em 225 mL de água destilada, sendo esta mistura acondicionada em
134 erlenmeyer e homogeneizada em agitador orbital incubadora tipo “shaker” marca
135 Fortinox modelo Star FT 38 por 120 minutos a 230 rpm, a temperatura de 40 °C. Após a
136 homogeneização a mistura foi mantida em repouso por 10 minutos a temperatura
137 ambiente para decantação, posteriormente filtrada em gaze e centrifugada a 4000 rpm por
138 10 minutos. O sobrenadante foi filtrado em filtro de papel com poros de 28µm e o extrato
139 aquoso foi acondicionado em tubos falcon de 50 mL e levados para armazenagem em
140 freezer a -4 °C.

141 *Bioensaio com exsudatos radiculares*

142 Para obtenção dos exsudatos radiculares, as sementes de *A. artemisiifolia* foram retiradas
143 do armazenamento a frio (5 °C) por 24 horas e em seguida imersas em solução de
144 gibberelina a 500 ppm durante 12 horas para quebra de dormência. Após esse
145 procedimento as sementes foram lavadas em água corrente e dispostas entre papel
146 germitest umedecidos com água destilada em volume equivalente a 2,5 vezes a sua massa
147 e levados para câmara de germinação do tipo Mangelsdorf marca Tecnal, modelo TE-405
148 onde permaneceram a temperatura de 25 °C até início da protrusão radicular.

149 Repetições de duzentas e quarenta plântulas com aproximadamente 1mm de radícula,
150 foram transferidas para outro papel germitest, onde permaneceram por 7 dias em câmara
151 de germinação a 25 °C para a formação de plântulas normais. Concluído este período as
152 plântulas foram descartadas e o papel reutilizado contendo os exsudatos liberados pelas
153 raízes das plântulas, para a realização dos seguintes testes: germinação, primeira
154 contagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), crescimento de

155 plântulas e massa seca de parte aérea e sistema radicular para as espécies de milho e soja.
156 Para a testemunha utilizou-se papel germitest embebido em água destilada.

157 *Bioensaio com extrato aquoso de parte área*

158 Neste bioensaio utilizou-se extrato aquoso da parte aérea de *A. artemisiifolia* como
159 umedificante do papel germitest, sendo o papel umedecido 2,5 vezes a sua massa, sendo
160 usadas concentrações de 25, 50 e 75% (v/v) diluídas em água e como grupo controle
161 utilizou-se papel germitest embebido em água destilada.

162 Os seguintes testes foram realizados: germinação, primeira contagem de germinação,
163 índice de velocidade de germinação (IVG), crescimento de plântulas e massa seca de parte
164 aérea e sistema radicular com milho e soja.

165 O teste de germinação tanto com exsudato radicular quanto com extrato aquoso de parte
166 área de *A. artemisiifolia* foi realizado com 4 repetições de 50 sementes para cada espécie
167 comercial. Cada espécie permaneceu no germinador pelo tempo recomendado pelas
168 Regras para Análise de sementes (BRASIL, 2009). Ao final do teste foram computadas o
169 número de plântulas normais e anormais e as sementes mortas e dormentes (BRASIL,
170 2009).

171 O teste de primeira contagem de germinação foi conduzido em conjunto com o teste de
172 germinação, computando-se o número de plântulas normais ao 4º e 5º dia após a
173 instalação do teste para o milho e soja respectivamente. Plântulas normais foram definidas
174 para milho como sendo aquelas com 3 cm de parte aérea e 3 cm de sistema radicular, sem
175 danos nas estruturas primárias da plântula. Para a soja foram consideradas como normais
176 plântulas com 2,5 cm de parte aérea e 3,0 cm de sistema radicular, com tegumento
177 desprendido dos cotilédones e sem danos as estruturas primárias das plântulas. Estes
178 parâmetros foram usados nas demais avaliações.

179 O índice de velocidade de germinação foi realizado conjuntamente com o teste de
180 germinação. Para a avaliação do IVG, foram contabilizadas diariamente as plântulas
181 normais a partir do surgimento da primeira plântula normal até que o número de plântulas
182 se tornasse constante, sendo o IVG calculado pelo somatório do número de plântulas
183 normais a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos à formação da plântula,
184 utilizando como referência a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$185 \text{ IVG} = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn).$$

186 O teste de crescimento tanto no exsudato radicular quanto no extrato aquoso de parte área
187 de *A. artemisiifolia* foi realizado com 5 repetições de 20 sementes para cada espécie, as
188 quais permaneceram em germinador pelo período de tempo recomendado pelas Regras
189 para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Ao final, para ambas as culturas, realizou-se
190 com paquímetro digital a aferição do comprimento da parte aérea e do sistema radicular.
191 Para massa seca de plântulas foi realizado um corte no eixo central do endosperma
192 separando assim a parte aérea e sistema radicular do milho. O mesmo processo foi
193 realizado com as plântulas de soja, porém com o corte feito no início do colo radicular,
194 retirando as reservas cotiledonares. Para avaliação da massa seca, parte aérea e raízes
195 foram acondicionadas em beckers e secas em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C
196 por 48 horas, em seguida foram pesadas para aferição da massa seca.

197 *Quantificação de fenóis totais*

198 Para a determinação dos fenóis totais, 50 mL do extrato foi misturado a 150 mL de
199 acetona PA. A solução foi submetida à agitação em agitador magnético em baixa
200 velocidade a temperatura ambiente (20 °C) por período de 12 horas para separação de
201 proteínas e lipídios. A mistura foi filtrada sob vácuo em duas camadas de papel filtro com
202 porosidade de 25 µm. O material retido no filtro foi descartado. A acetona da mistura foi
203 removida com uso de evaporador rotativo a 40 °C. O líquido resultante foi lavado com 3

204 porções de 150 mL de hexano e em seguida 3 vezes com 150 mL de éter. A fração
205 contendo hexano foi descartada. A fração etérea foi levada a evaporador rotativo a 40 °C
206 para remoção do éter obtendo-se após este processo o extrato bruto.
207 Para leitura foram preparadas soluções com 50 µL do extrato, 600 µL de NaCO₃ (7,5 %
208 m/v), 750 µL de água destilada e 200 µL de reagente Folin-Ciocalteau, a mistura foi
209 encubada por 10 minutos em banho maria a 50 °C e diluída com 1,0 mL de água destilada
210 acondicionadas em cubetas em triplicata para leitura em espectrofotômetro a 760 nm. A
211 curva analítica foi construída em função de concentrações 0, 10, 20, 30 e 40 µg/mL para
212 o ácido gálico em 760 nm. As substâncias fenólicas presentes na amostra avaliada foram
213 reportadas em equivalente de miligramas de ácido gálico por grama de matéria seca da
214 parte aérea de *Ambrosia artemisiifolia* (Bittencourt 2017).

215 *Delineamento experimental*

216 O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema
217 fatorial (2x2) com 2 culturas (*Zea mays* L. e *Glycine max* L.) e 2 tratamentos (testemunha
218 e exsudato radicular) para o bioensaio de exsudato radicular, e esquema fatorial (2x4)
219 sendo 2 culturas (*Zea mays* L. e *Glycine max* L.) com 4 concentrações (0, 25, 50 e 75 %
220 (v/v) de extrato aquoso de parte aérea de *A. artemisiifolia*). Os dados foram submetidos a
221 testes de hipóteses por meio da análise da variância, e quando significativas ($p < 0,05$),
222 as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade,
223 utilizando o programa estatístico Sisvar 5.6. Para os resultados do bioensaio de extrato
224 aquoso aplicou-se Regressão Linear, usando as medias \pm o erro padrão, e os gráficos
225 gerados pelo software GraphPad Prism 6.

226 **Resultados e Discussão**

227 *Bioensaio com exsudato radicular*

228 Considerando os resultados apresentados na Tabela 1, o exsudato radicular de *A.*
229 *artemisiifolia* apresentou influência negativa para os testes de vigor de primeira contagem
230 de germinação e índice de velocidade de germinação na cultura do milho, porém não
231 apresentou diferença significativa para a porcentagem final de germinação. Na soja o
232 exsudato radicular de *A. artemisiifolia* não influenciou nenhum dos parâmetros avaliados.
233 Estes resultados indicam que o milho apresenta maior sensibilidade aos exsudatos
234 radiculares liberados pela *A. artemisiifolia* do que a soja.

235 O efeito prejudicial dos exsudatos radiculares de *A. artemisiifolia* sobre o vigor das
236 sementes de milho, mas não evidenciado na porcentagem de germinação pode ser
237 explicado pelo fato da queda do vigor das sementes preceder a da germinação (MARCOS-
238 FILHO, 2015). Assim, os testes de vigor fornecem índices mais sensíveis da qualidade
239 fisiológica das sementes que o teste de germinação, sendo mais indicados para expressar
240 interferências sobre o processo germinativo de sementes.

241 Na cultura da soja, os resultados demonstram ausência de efeitos do exsudato radicular
242 de *A. artemisiifolia* sobre o vigor e germinação (Tabela 1). Em estudos com exsudato
243 radicular de *Amaranthus cruentus* L. sobre sementes de soja, Pinto (2011) constatou que
244 não houveram efeitos alelopático de produtos oriundos das raízes do amaranto sobre as
245 sementes de soja, uma vez que nenhum dos parâmetros analisados foi afetado. Propõe-se
246 assim que a cultura da soja, não apresenta sensibilidade a germinação quando exposta a
247 exsudatos radiculares de algumas espécies de plantas espontâneas.

248

249 **Tabela 1.** Germinação de sementes de milho e soja em exsudato radicular de losna do
 250 campo (*Ambrosia artemisiifolia*).

Tratamento	1ª Contagem (%)		Germinação (%)		IVG	
	Sem exsudato	Com exsudato	Sem exsudato	Com exsudato	Sem exsudato	Com exsudato
Milho	81Aa	55Bb	94Aa	91Aa	11,35Aa	10,40Ba
Soja	81Aa	74Aa	98Aa	93Aa	10,78Aa	10,03Aa
CV%	11,42		4,06		4,66	

251 Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha (dentro da mesma cultura e para a mesma variável), e
 252 minúscula na coluna (dentro dos tratamentos) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de
 253 probabilidade.

254 *Crescimento e massa seca de plântulas*

255 Os resultados de crescimento e massa seca de parte aérea e raízes (tabela 2), mostram
 256 efeito negativo dos exsudatos radiculares de *A. artemisiifolia* no acúmulo de massa seca
 257 de raiz em plântulas de milho. Houve redução da alocação de massa seca para as raízes
 258 de aproximadamente 38% em relação a testemunha sem exsudato de raiz. De acordo com
 259 Marcos-Filho (1999) a determinação da massa seca é uma das principais maneiras de
 260 avaliar o vigor de sementes, pois representa a capacidade de transferência de massa seca
 261 dos tecidos de reserva para o eixo embrionário podendo este parâmetro expressar a
 262 qualidade de plântulas, pelo acúmulo de massa seca.

263 Diversos trabalhos têm mostrado que compostos fenólicos como ácido cumárico, ácido
 264 ferúlico, ácido caféico, catequina, epicatequina, entre outros, podem alterar a fisiologia
 265 da planta por diferentes mecanismos, entre os efeitos mais comuns estão a lignificação
 266 precoce das paredes celulares de células radiculares (POLITYCKA, 1999), a redução da
 267 divisão celular e alteração da morfologia das raízes (SAMPIETRO et al. 2006). Estes
 268 efeitos podem assim ter influenciado no acúmulo de massa seca do sistema radicular de
 269 plântulas de milho.

270 Na cultura da soja foi observado efeito positivo do exsudato radicular de *A. artemisiifolia*
 271 no crescimento de parte aérea das plântulas, com incremento de aproximadamente 25%
 272 em seu comprimento. O estímulo de crescimento na parte aérea pode ser explicada por

273 meio da teoria da hormesis que segundo Mattson (2010) descreve qualquer processo em
 274 que uma célula, organismo ou grupo de organismos exiba uma resposta bifásica à
 275 exposição a quantidades crescentes de uma substância ou condição, onde as exposições
 276 de baixa dose provocam uma resposta estimulante ou benéfica, enquanto doses altas
 277 causam inibição ou toxicidade.

278 **Tabela 2.** Crescimento e massa seca da parte aérea e raiz de plântulas de milho e soja em
 279 exsudato radicular de losna do campo (*A. artemisiifolia*).

	Crescimento Parte Aérea (mm)		Crescimento Raiz (mm)		Massa Seca Parte Aérea (g)		Massa seca Raiz (g)	
	Sem exsudato	Com exsudato	Sem exsudato	Com exsudato	Sem exsudato	Com exsudato	Sem exsudato	Com exsudato
Milho	123,23Aa	137,63Aa	201,45Aa	194,78Aa	0,807Aa	0,849Aa	0,682Aa	0,420Ba
Soja	120,04Ba	151,17Aa	164,40Ab	144,49Ab	0,581Ab	0,597Ab	0,149Ab	0,139Ab
CV%	14,96		11,88		6,41		15,23	

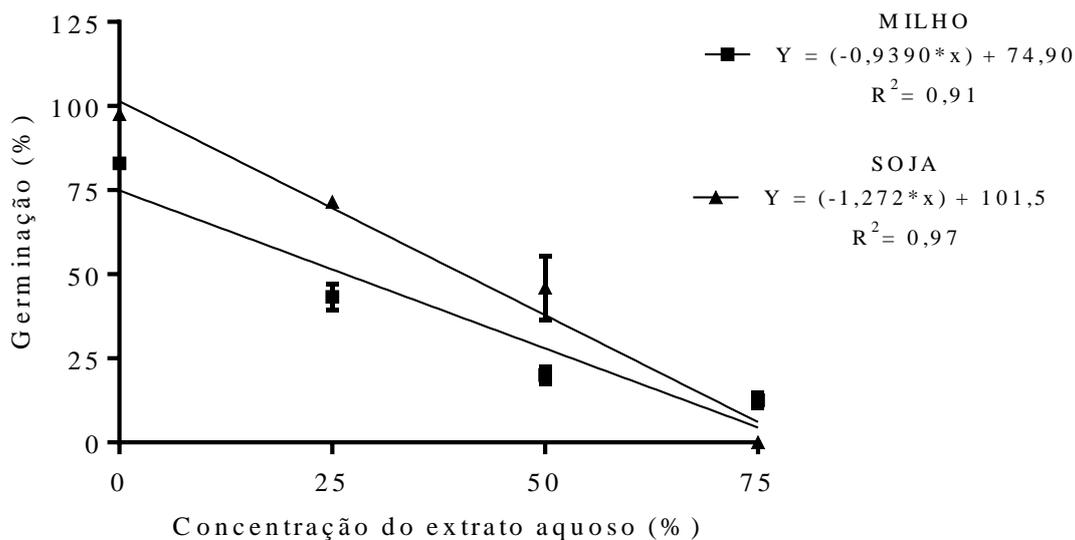
280 Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha (dentro da mesma cultura e para a mesma variável), e
 281 minúscula na coluna (dentro dos tratamentos) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de
 282 probabilidade.

283 *Bioensaio com extrato aquoso de parte aérea*

284 O extrato aquoso de *A. artemisiifolia* afetou negativamente o vigor das sementes de milho
 285 e soja, sendo este efeito diretamente proporcional a concentração do extrato (Figura 1).

286 De acordo com Nakagawa (1999) a primeira contagem da germinação avalia a
 287 porcentagem de plântulas normais que são obtidas por ocasião da primeira contagem do
 288 teste de germinação na amostra em análise, sendo eficiente para determinar o vigor das
 289 sementes. Assim, este é um importante parâmetro para expressar efeitos negativos ou
 290 positivos por interferência de compostos alelopáticos no processo germinativo de
 291 sementes.

292 As duas culturas apresentaram comportamento semelhante, linear decrescente, em
 293 resposta ao aumento da concentração de extratos da parte aérea de *A. artemisiifolia*
 294 (Figura1).



295
 296 **Figura 1.** Primeira contagem de germinação de sementes de milho e soja sob diferentes
 297 concentrações de extrato aquoso da parte aérea de *Ambrosia artemisiifolia*.

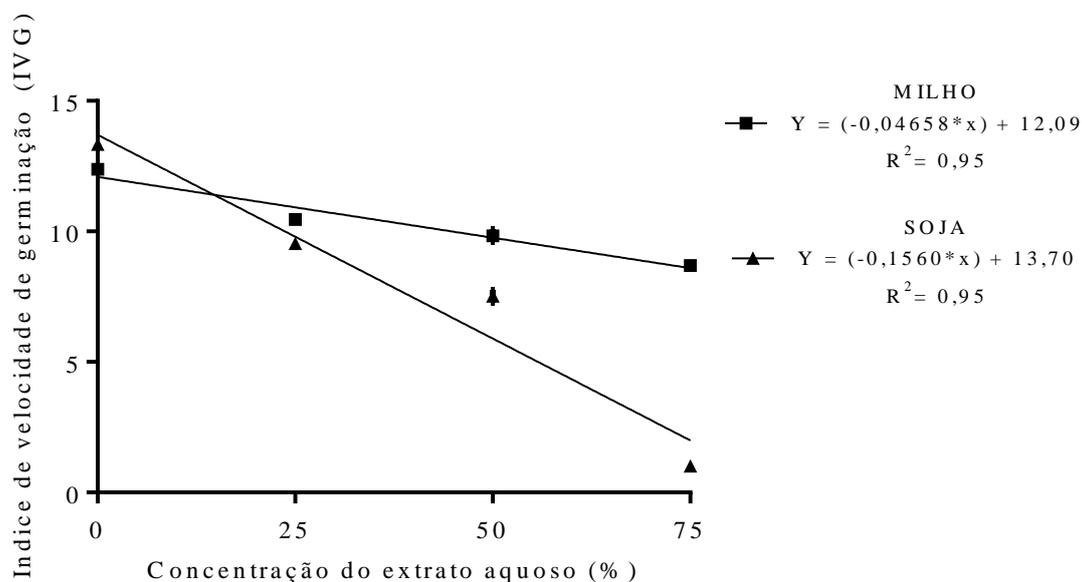
298 Corroborando com o observado no teste de primeira contagem de germinação o extrato
 299 aquoso de *A. artemisiifolia* prejudicou significativamente o índice de velocidade de
 300 germinação (IVG), causando redução linear deste parâmetro com o aumento da
 301 concentração de extrato aplicado em ambas as espécies avaliadas (Figura 2).

302 De acordo com Ferreira (2000), comumente o efeito alelopático não se manifesta sobre a
 303 porcentagem de germinação, mas sobre a velocidade de germinação ou sobre outra
 304 característica do processo germinativo. Assim, o tempo de germinação é um fator crucial
 305 para a sobrevivência das plântulas, refletindo sobre o crescimento e desempenho nos
 306 estágios subsequentes do desenvolvimento (FENNER, 2000).

307 Sementes que germinam mais lentamente podem dar origem a plântulas com tamanho
 308 reduzido e, como consequência, podem ser mais suscetíveis a estresses e predação, tendo
 309 então menor chance na competição por recursos (JEFFERSON; PENNACHIO, 2005).

310 Por ser o índice de velocidade de germinação um teste mais sensível do que o de
 311 germinação, constantemente tem sido utilizado para avaliar a influência de extratos
 312 vegetais no vigor sementes. Scheren et al. (2014) relataram redução na velocidade de
 313 germinação de sementes de milho quando expostas a extratos aquosos de diferentes

314 concentrações de bulbo/rizoma e de parte aérea de tiririca. Já em estudo com cultivares
 315 de soja, Corsato (2010) verificou diminuição no tempo médio e velocidade média de
 316 germinação quando as sementes foram mantidas na presença de extratos aquosos de
 317 folhas de girassol nas concentrações de 20, 40 e 60%.



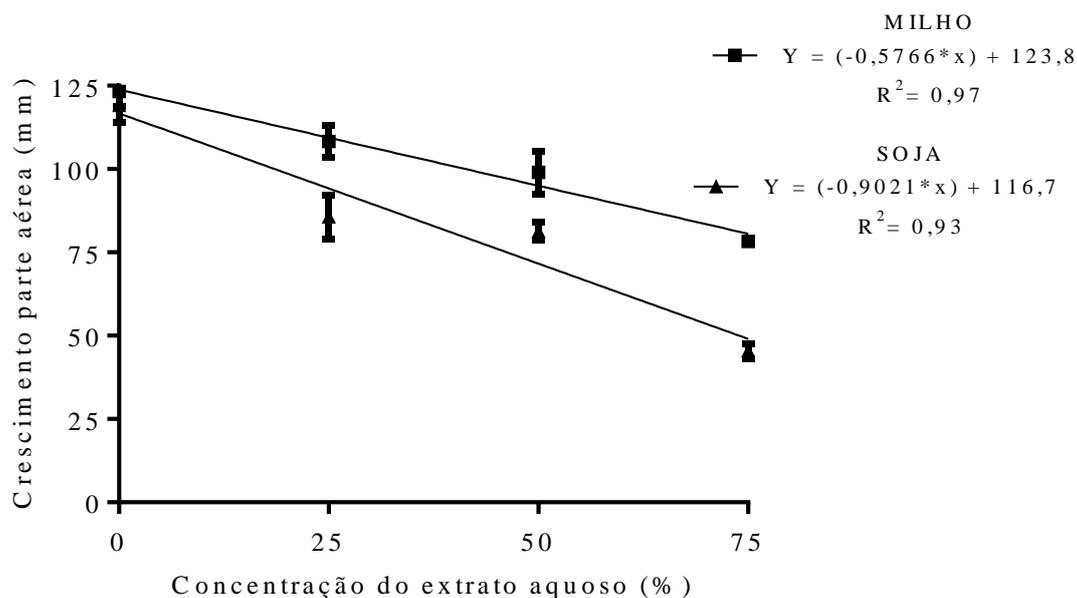
318 **Figura 2.** Índice de velocidade de germinação de plântulas de milho e soja sob diferentes
 319 concentrações de extrato aquoso da parte aérea de *Ambrosia artemisiifolia*.

320 O crescimento da parte aérea de ambas as culturas avaliadas (milho e soja) foi afetado
 321 pelo extrato aquoso de *A. artemisiifolia*, mesmo na menor concentração aplicada, 25%
 322 (Figura 3). Todavia esse decréscimo no comprimento das plântulas de milho e soja foi
 323 intensificado com o aumento da concentração do extrato.

324 As sementes de soja apresentaram maior sensibilidade ao extrato aquoso de *A.*
 325 *artemisiifolia* do que as de milho em todas as concentrações utilizadas, mas essa diferença
 326 foi mais pronunciada na concentração de 75% de extrato (Figura 3).

327 Iganci (2006) destaca que o efeito de compostos alelopáticos geralmente é mais drástico
 328 sobre o crescimento quando comparado a germinação, tendo o desenvolvimento de
 329 plântulas uma maior sensibilidade e, conseqüentemente, respostas mais visíveis a
 330 influência alelopática.

332 As alterações no desenvolvimento inicial de plântulas podem resultar de diversos efeitos
 333 causados em nível primário do metabolismo. Dentre as quais podem-se destacar
 334 alterações na permeabilidade de membranas, na transcrição e tradução do DNA, no
 335 funcionamento de mensageiros secundários, na respiração, na conformação de enzimas e
 336 receptores, ou ainda, pela combinação destes fatores (FERREIRA, 2004), podendo estas
 337 alterações serem induzidas por substâncias alelopáticas.



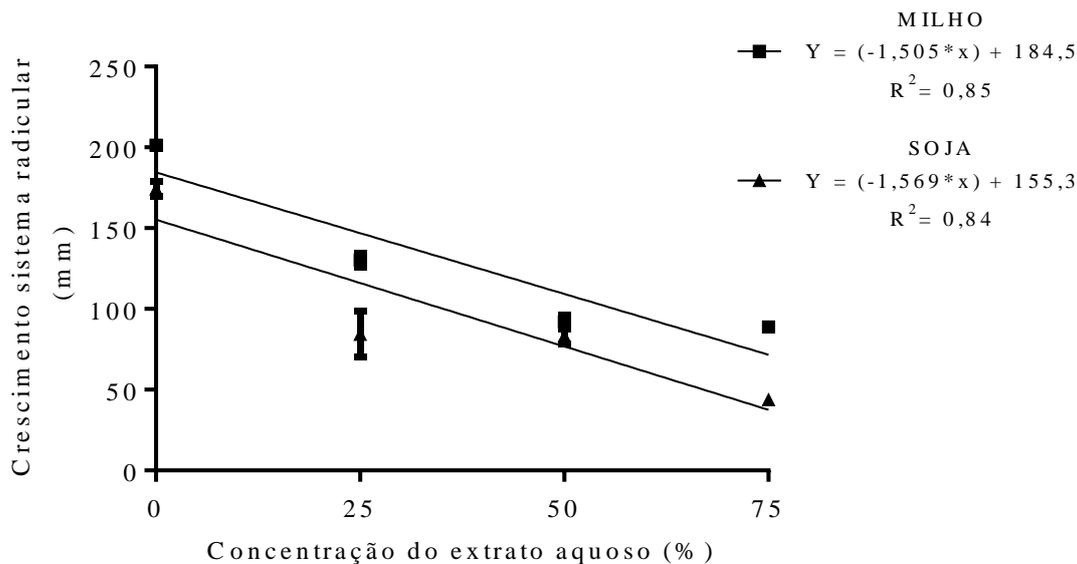
338
 339 **Figura 3.** Crescimento da parte aérea de plântulas de milho e soja sob diferentes
 340 concentrações de extrato aquoso da parte aérea de *Ambrosia artemisiifolia*.
 341 Semelhante ao observado na primeira contagem de germinação, índice de velocidade de
 342 germinação e crescimento da parte aérea de plântulas, o extrato aquoso de *A.*
 343 *artemisiifolia* contribuiu para a redução do comprimento radicular das espécies avaliadas
 344 (Figura 4).
 345 Plântulas das duas espécies apresentaram redução no comprimento do sistema radicular
 346 a partir da concentração de 25% do extrato aquoso, sendo essa redução proporcional ao
 347 aumento da concentração de extrato.
 348 Na presença do extrato aquoso de *A. artemisiifolia* na concentração de 75%, as espécies
 349 de milho e soja apresentaram comprimento médio do sistema radicular aproximadamente

350 50% menor quando comparado com plântulas do grupo controle. Contudo a soja
351 apresentou maior sensibilidade aos efeitos do extrato aquoso de *A. artemisiifolia* do que
352 o milho.

353 Em ambas espécies avaliadas foram registradas anormalidades, principalmente no
354 sistema radicular, a partir da concentração de 50% do extrato. Os sintomas mais comuns
355 foram: raízes atrofiadas, curtas e defeituosas, com medidas desproporcionais em relação
356 às outras estruturas da planta. Na concentração de 75% do extrato observou-se oxidação
357 e necrose das raízes de plântulas de soja. A anormalidade de plântulas é um instrumento
358 valioso em experimentos com alelopatia, sendo a necrose da raiz o sintoma mais comum
359 da anormalidade (FERREIRA E AQUILA, 2000).

360 De acordo com Chon (2000) as raízes são mais sensíveis as substâncias que estão
361 presentes nos extratos, em comparação com as demais estruturas das plântulas. A maior
362 sensibilidade é explicada pelo fato das raízes, permanecerem em contato direto e
363 prolongado com o extrato (aleloquímicos) em relação às demais estruturas das plântulas
364 e/ou a um reflexo da fisiologia distinta entre as estruturas (AQUILA, 2000).

365 Carvalho (2014) aponta que o sistema radicular das plantas é mais sensível a ação de
366 aleloquímicos, porque seu alongamento depende de divisões celulares, que, se inibidas,
367 comprometem o seu desenvolvimento normal. Os ácidos fenólicos são potentes
368 aleloquímicos que induzem o aumento da atividade de enzimas oxidativas, tendo como
369 consequência final a modificação da permeabilidade das membranas e a formação de
370 lignina, que contribuem para a redução do alongamento radicular (FERRARESE, 2000).

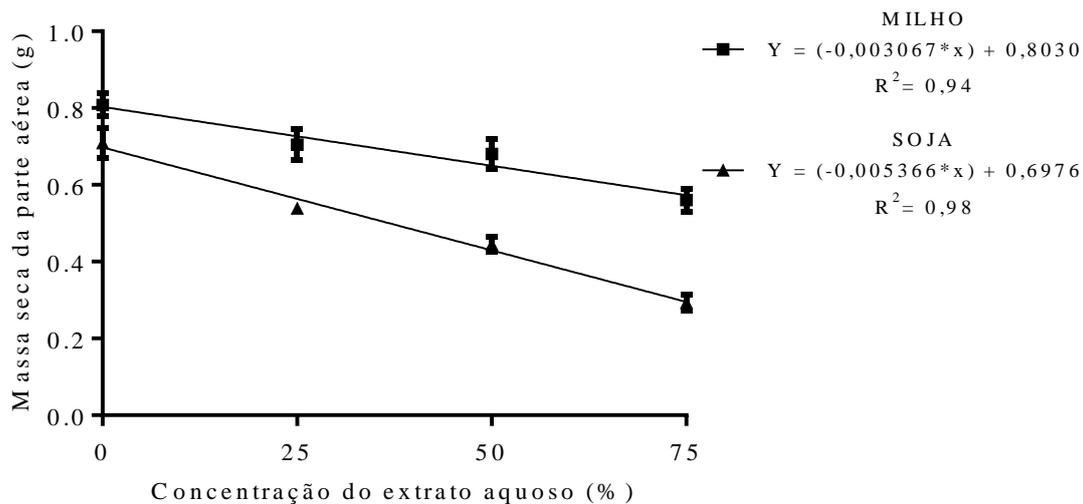


371
 372 **Figura 4.** Crescimento do sistema radicular de plântulas de milho e soja sob diferentes
 373 concentrações de extrato aquoso da parte aérea de *Ambrosia artemisiifolia*.

374 As duas espécies cultivadas tiveram menor acúmulo de massa seca de raiz e parte aérea
 375 quando germinadas em extrato aquoso de *A. artemisiifolia*, sendo essa redução
 376 diretamente proporcional ao aumento da concentração do extrato aquoso (Figuras 5 e 6).
 377 Os resultados indicam maior sensibilidade da cultura da soja ao extrato aquoso de *A.*
 378 *artemisiifolia* em relação ao milho, cuja concentração de 75% promoveu redução de
 379 aproximadamente 50% da massa seca de parte aérea e raiz quando em comparação com
 380 o grupo controle.

381 Destaca-se que o extrato aquoso de *A. artemisiifolia* afetou negativamente todos os
 382 parâmetros de vigor analisados para as duas espécies de plantas cultivadas, indicando
 383 possível efeito alelopático da cobertura morta da planta espontânea sobre a cultura do
 384 milho e da soja a campo.

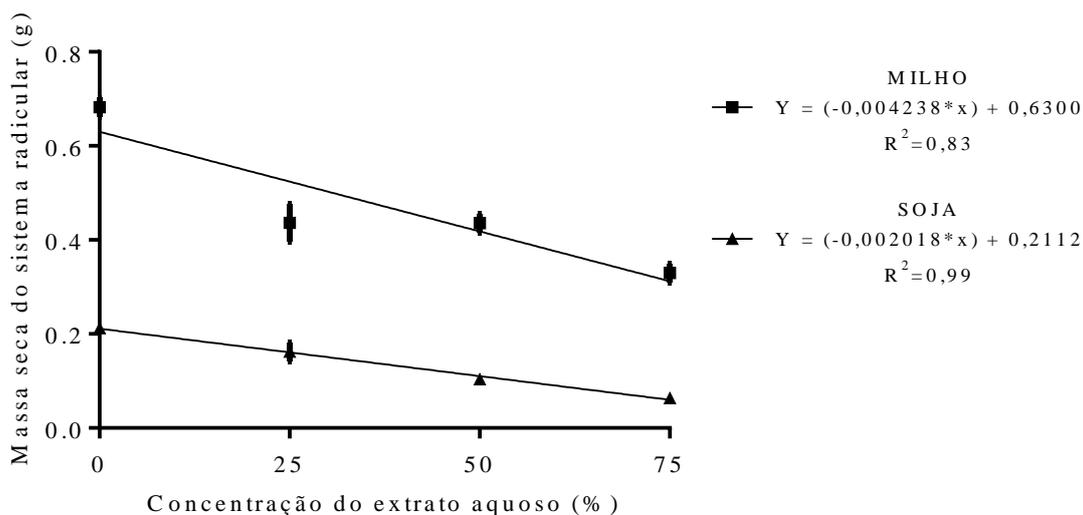
385 De acordo com Hong *et al.* (2004) a redução da massa seca está relacionada à inibição de
 386 mecanismos de hidrólise dos materiais de reserva ou à danificação da estrutura celular,
 387 afetando assim a transferência de reservas do endosperma ou cotilédones para o eixo
 388 embrionário da semente, resultando em menor acúmulo de massa seca em plântulas.



389

390 **Figura 5.** Massa seca da parte aérea de plântulas de milho e soja sob diferentes
 391 concentrações de extrato aquoso da parte aérea de *Ambrosia artemisiifolia*.

392



393

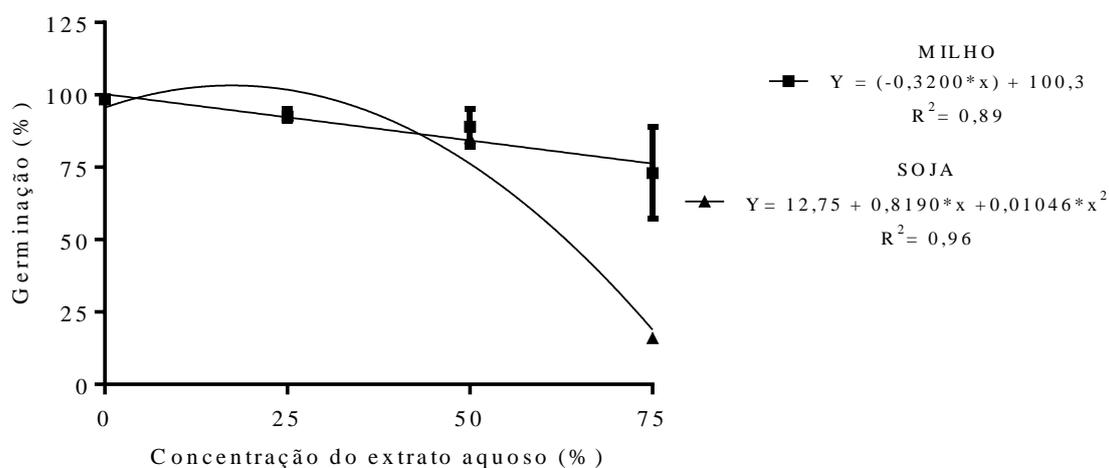
394 **Figura 6.** Massa seca de raiz de plântulas de milho e soja sob diferentes concentrações
 395 de extrato aquoso da parte aérea de *Ambrosia artemisiifolia*.

396 Foi observada influência do extrato aquoso de *A. artemisiifolia* na porcentagem de
 397 germinação da cultura da soja, cuja concentração de 75% do extrato reduziu de maneira
 398 significativa o número de plântulas normais (Figura 7), observando-se atrofia da parte
 399 aérea e atraso no desenvolvimento das plântulas (Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6) que
 400 permaneceram com o tegumento da semente aderido aos cotilédones impedindo a
 401 liberação dos folíolos. Para a cultura do milho esse efeito não foi observado.

402 Gonzalez (2002) relata que no processo germinativo, juntamente com a água, podem
 403 penetrar algumas substâncias alelopáticas capazes de inibir ou retardar a multiplicação ou
 404 crescimento das células, podendo também retardar a germinação. Esta ação pode ser
 405 potencializada por altas concentrações de extrato devido a maior presença de substâncias
 406 tóxicas.

407 Para Muniz et al, (2007) a diminuição do número de sementes germinadas está
 408 relacionada a interferência causada pelos compostos fenólicos sobre as vias de hidrólise
 409 de reserva. Isto pode ter sido a causa do aumento de plântulas anormais na concentração
 410 de 75% de extrato na cultura da soja.

411 Para a cultura do milho, o extrato aquoso de *A. artemisiifolia* não influenciou na
 412 germinação das sementes independentemente da concentração utilizada. Entretanto, o
 413 vigor das sementes medido pelos testes de primeira contagem da germinação e índice de
 414 velocidade de germinação, crescimento e massa seca da parte aérea e raiz, foi severamente
 415 prejudicado com o incremento da concentração do extrato aquoso de *A. artemisiifolia*,
 416 atrasando o desenvolvimento das plântulas e tornando-as mais vulneráveis as variações
 417 edafoclimáticas.



418 **Figura 7.** Porcentagem de germinação de sementes de milho e soja sob diferentes
 419 concentrações de extrato aquoso da parte aérea de *Ambrosia artemisiifolia*.
 420

421 *Quantificação de fenóis totais*

422 O extrato aquoso da parte aérea de *A. artemisiifolia* apresentou teor de fenóis totais de
423 11,13 mg.g⁻¹ de massa seca da planta. An; Pratley; Haig, (2001) citam que elevados teores
424 de fenóis totais em extrato aquoso, geralmente correspondem a altos níveis de inibição
425 no crescimento de plantas, sendo a quantidade de fenóis totais em solução um parâmetro
426 indicativo para potencial fitotóxico.

427 O resultado obtido foi semelhante ao registrado para o extrato de acetato de metila das
428 folhas secas de *Ipomoea cairica* L. que apresentou 13,47 mg.g⁻¹(WEILER, 2010).

429 O valor de fenóis totais de extrato aquoso de *A. artemisiifolia* foi aproximadamente 14
430 vezes maior em comparação com o resultado obtido por Bittencourt (2017) que ao avaliar
431 a degradação da fitomassa de capim annoni após 10 dias encontrou o teor de 0,75 mg.g⁻¹
432 ¹. Todavia a quantidade de compostos fenólicos encontrado no presente trabalho foi
433 aproximadamente 5 vezes menor que o valor registrado para o extrato de acetato de etila
434 para folhas secas de *Pyrostegia venusta* que foi de 54,7 mg.g⁻¹ (SILVA, 2011).

435 **Conclusões**

436 O exsudato radicular de *A. artemisiifolia* afeta negativamente o vigor de sementes de
437 milho, mas não a germinação.

438 O exsudato radicular de *A. artemisiifolia* não influencia a germinação e o vigor de
439 sementes de soja.

440 A cultura do milho apresenta maior sensibilidade a efeitos alelopáticos de exsudato
441 radicular de *A. artemisiifolia* em comparação a cultura da soja.

442 O extrato aquoso da parte aérea de *A. artemisiifolia* afeta negativamente o vigor de
443 sementes de milho e o vigor e a germinação de sementes de soja, sendo a cultura da soja
444 mais sensível aos efeitos alelopáticos do extrato.

445 O extrato aquoso da parte aérea de *A. artemisiifolia* apresentou teor de fenóis totais de
446 11,13 mg.g⁻¹ de massa seca da planta, considerado alto quando comparado a outras
447 plantas espontâneas.

448 A interpretação dos resultados obtidos no presente trabalho indica que os prováveis
449 efeitos alelopáticos ocorrem em função da concentração dos compostos fenólicos
450 presente no extrato aquoso. A constatação de efeitos fitotóxicos sugere a necessidade de
451 isolar e identificar os compostos alelopáticos presentes na losna do campo (*A.*
452 *artemisiifolia*).

453 **Referências bibliográficas**

454 Almeida, F. S. (1991) - Controle de plantas daninhas no plantio direto. Londrina: IAPAR,
455 1991. 34 p.

456 An, M.; Pratley, J. E.; Haig, T. (2001) - Phytotoxicity of vulpia residues: IV. Dynamics
457 of allelochemicals during decomposition of vulpia residues and their corresponding
458 phytotoxicity. *Journal of Chemical Ecology*, v. 27, n. 2, p. 395–409.

459 Aquila, M. E. A. (2000) - Efeito alelopático de *Ilex paraguariensis* A. St. -Hil. na
460 germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. *Iheringia Série Botânica*, Porto
461 Alegre, v. 53, n. 23, p. 51-66.

462 Bittencourt, H.V.H, (2017) - Ecologia da germinação e potencial alelopático de
463 capimannoni-2 (*Eragrostis plana* Nees). Tese de Doutorado. Pato Branco,
464 Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 194 p.

465 Bohren, C. (2007) - *Ambrosia artemisiifolia* L. – in Switzerland: concerted action to
466 prevent further spreading. Station fédérale de recherches en production végétale,
467 Agroscope Changins Wädenswil (ACW), Nyon, Switzerland. 15 p.

- 468 Borella, J.; Pastorini, L. H. (2009) - Influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. na
469 germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto. Biotemas, Florianópolis, v. 22,
470 n.3, p. 67-75.
- 471 Brasil (2009) - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise
472 de sementes. Brasília: Mapa/ACS. 399p.
- 473 Carvalho, W.P.; Carvalho, G.J.; Neto, D.O.; (2014) – Alelopatia de extratos de adubos
474 verdes sobre a germinação e crescimento inicial de alface. Jornal de Biociência,
475 Uberlândia, v. 30, p. 1-11.
- 476 Candido, A.C.S.; Dias, A.C.R; Serra, A.P. (2010) – Potencial alelopático de lixiviados
477 das folhas de plantas invasoras pelo método sanduiche, Revista brasileira de Biociência,
478 Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 268-272,
- 479 Chon, S. U.; Coutts, J. H.; Nelson, C. J. (2000) - Effects of light, growth media, and
480 seedling orientation on bioassays of alfalfa autotoxicity. Agronomy Journal, v.92 (4):
481 715-720.
- 482 Conab, (2017), - Acompanhamento da safra brasileira de grãos, safra 2016/2017 – sexto
483 levantamento, Brasília, 176 p.
- 484 Corsato, J.M.; Fortes, A.M.T.; Santorum, M.; Leszczynski, R. (2010) - Efeito alelopático
485 do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. Ciências
486 Agrárias, Londrina, v. 31, n. 2, p. 353-360.
- 487 Corrêa, M.P. (1984) - Dicionário de plantas úteis do Brasil. Rio de Janeiro: Ministério da
488 Agricultura, 41p.

- 489 DiTomaso, A. (2004) - Germination behavior of common ragweed (*Ambrosia*
490 *artemisiifolia*) populations across a range of salinities, *Weed Science*, 52:1002–1009.
- 491 Einhellig, F. A. (2004) - Mode of Allelochemical Action of Phenolic Compounds. In:
492 MACÍAS, F. A. et al. (Eds.). . *Allelopathy: chemistry and mode of action of*
493 *allelochemicals*. Boca Raton: CRC Press, p. 217–238.
- 494 Ferreira, A. G.; Áquila, M. E. A. (2000) - Alelopatia: uma área emergente da
495 ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Campinas, v. 12, p. 175-204.
- 496 Ferrarese, M. L. L.; Souza, N. E.; Ferrarese, F., (2000) - Ferulic acid uptake by soybean
497 root in nutrient culture. *Acta Physiologiae Plantarum*, v. 22, p. 121-124.
- 498 Ferreira, A.G. (2004) - Interferência: competição e alelopatia, Em: Ferreira, A. G.;
499 Borghetti, F. *Germinação do básico ao aplicado*. 1.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, p.251-
500 262.
- 501 Fenner, M. (2000) - *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*.
502 Wallingford: CABI Publishing. p. 237-260.
- 503 Gonzalez, H. R.; Mederos, D.; Sosa, H. I. (2002) - Efectos alelopáticos de restos de
504 diferentes espécies de plantas medicinales sobre la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) em
505 condiciones de laboratório. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, Cuba, v. 7, n. 2, p.
506 67-72.
- 507 Hong, N. H., Xuan, T. D., Eiji, T. & Khanh, T. D. (2004) - Paddy weed control by higher
508 plants from Southeast Asia. *Crop Protection*, 23(3): 255-261.

- 509 Jefferson, L. V.; Pennachio, M. (2005) - Allelopathic effects of foliage extracts from four
510 Chenopodiaceae species on seed germination. *Journal of Arid Environments*, v. 55, p.
511 275-285.
- 512 Maguire, J. D. (1962) - Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling
513 emergence and vigor. *Crop Science, Madison*, v.2, n.1, p. 176-177.
- 514 Marcos-Filho. J.M.; Krzyzanowski, F.C.; Vieira. R.D.; Neto, J.B.F. (1999) – Vigor de
515 sementes: conceitos e testes. Associação Brasileira de Tecnologia em Sementes –
516 ABRATES. Londrina, Paraná, 218p.
- 517 Marcos-Filho. J. (2015) -Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina, PR:
518 ABRATES. 659 p.
- 519 Muniz, F.R., Cardoso, M.G., Von Pinho, E.V.R. & Villela, M. (2007) - Qualidade
520 Fisiológica de sementes de milho, feijão, soja e alface na presença de extrato de tiririca.
521 *Revista Brasileira de Sementes* 29(2):195-204.
- 522 Mattson MP, Calabrese EJ (2010) - Hormesis: o que é e por que isso importa. Em:
523 Mattson M., Calabrese E. (eds) *Hormesis*. Humana Press, p 1-13.
- 524 Nakagawa, J. (1999) - Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: Vieira, R.
525 D.; carvalho, N. M. *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP. p. 49-85.
- 526 Pinto, T.T.; Fortes, A.M.T.; Bonamigo, T., (2011) - Efeitos alelopáticos do exsudado
527 radicular de *Amaranthus cruentus* L. sobre sementes de *Glycine max* (L.) Merrill, *Zea*
528 *mays* L., *Revista de Botânica, Florianópolis – Santa Catarina*, n. 40, p. 13-24.

- 529 Politycka, B. (1999) - Ethylene-dependent activity of phenylalanine ammonia-lyase and
530 lignin formation in cucumber roots exposed to phenolic allelochemicals. *Acta societatis*
531 *Botanicorum Poloniae*, v. 68, n. 2, p.123-127.
- 532 Sampietro, D. A.; Vattuone, M. A.; Isla, M. I. (2006) - Plant growth inhibitors isolated
533 from sugarcane (*Saccharum officinarum*) straw. *Journal of Plant Physiology*, v. 163, p.
534 837-846.
- 535 Silva, P.B.; Medeiros, A.C.M.; Duarte, M.C.T. (2011) - Avaliação do potencial
536 alelopático, atividade antimicrobiana e antioxidante dos extratos orgânicos das folhas de
537 *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae), *Revista Brasileira de Plantas*
538 *Medicinais, Botucatu*, v.13, n.4, p.447-455.
- 539 Scheren, M. A.; Ribeiro, V. M.; Nobrega, L. H. P. (2014) - Efeito alelopático de *Cyperus*
540 *rotundus* L. no desenvolvimento de plântulas de milho (*Zea mays* L.). *Revista Scientia*
541 *Agrária*, v. 04, n. 01, p. 105-116.
- 542 Vasconcelos, M.C.C. (2012) Silva, A.F.A.; Lima, R.S.; - Interferência de plantas
543 daninhas sobre plantas cultivadas, Campina Grande, Universidade Federal de Campina
544 Grande, 6 p.
- 545 Vyvyan, J.R. (2002) - Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals.
546 *Tetrahedron*, London, v.58, n. 9, p. 1631-1646.
- 547 Weiler, C.B.; Frohlich, J.K.; Boligon, A.A., (2010) – Potencial antioxidante in vitro de
548 folhas de *Ipomoea carica* L., *Saúde, Santa Maria -RS*, v.36, n.2, p. 55-62.

549 **Anexo I – Normas para submissão de artigos.**

550 Revista Ciências Agrárias de Portugal

551 **Os artigos devem ter a seguinte estrutura:**

552 Os manuscritos deverão ser escritos de forma clara e sucinta, em Português, Inglês ou
553 Espanhol. As palavras usadas em língua diferente do texto principal devem surgir em
554 itálico. Devem ser utilizadas as unidades padrão do SI.

555 Os manuscritos não podem exceder as 20 páginas A4, utilizando fonte *Times New Roman*,
556 corpo 12, justificado, e deverão incluir numeração de linhas, que deverá ser consecutiva
557 ao longo de todo o documento. O espaçamento deverá ser duplo, incluindo páginas com
558 quadros, legendas de figuras, notas de rodapé e citações. O cabeçalho e o rodapé devem
559 ser de 2,5 cm e as margens esquerda e direita de 3 cm. Não reentrar qualquer subtítulo ou
560 parágrafos.

561 **Título** – Corpo 14, negrito, alinhado à esquerda, seguido da sua tradução em Inglês (ou
562 Português, se a língua principal for Inglês ou Espanhol), corpo 12, negrito, espaçamento
563 de uma linha entre títulos. Indicar um título resumido com um máximo de **50** caracteres,
564 caso o título exceda este limite na língua principal.

565 **Autor(es)** – Deve ser indicado o nome de todos os autores, mas apenas o nome próprio e
566 o apelido por extenso, em corpo 12, alinhado à esquerda, separando cada autor por
567 vírgulas, sendo o último antecedido da palavra “e”. O espaçamento entre os títulos e os
568 nomes dos autores deverá ser de duas linhas. Deverá ser indicada a afiliação institucional
569 completa de todos os autores, incluindo o nome da instituição (Ex: Departamento/Centro,
570 Faculdade e Universidade), cidade e país. O autor para correspondência deverá ser
571 assinalado com um asterisco (*). No caso de haver mais que uma instituição, estas devem
572 ser numeradas sequencialmente e essa numeração deve ser reproduzida após o apelido de
573 cada autor em formato *superior à linha*. Após as afiliações, deverá surgir uma linha
574 contendo a indicação do endereço de correio eletrónico do autor para correspondência de
575 acordo com o seguinte exemplo “(*E-mail: abc@def.gh)”. As afiliações e endereço de
576 correio eletrónico serão em corpo 10, em itálico, alinhado à esquerda, com o espaçamento
577 de uma linha.

578 Os artigos deverão ser divididos, sempre que possível, em secções na seguinte
579 ordem: **Resumo, Palavras-chave, Abstract, Keywords, Introdução, Material e**
580 **Métodos, Resultados, Discussão** (ou **Resultados e Discussão** combinados numa só
581 secção), **Conclusões, Agradecimentos** (opcional) e **Referências bibliográficas**. Os
582 títulos das secções deverão ser indicados em negrito. Os títulos de subsecções deverão
583 ser indicados em itálico não negrito e as sub-subsecções deverão ser formatadas em estilo
584 sublinhado não itálico não negrito.

585 Ex.:

586 **Materiais e Métodos**

587 *Material vegetal*

588 Colheitas de campo

589 **Resumo e Abstract** –cada um não deve exceder **200** palavras.

590 **Palavras-chave e Keywords** – não mais de cinco palavras, separadas por vírgulas, Com
591 espaçamento de uma linha do resumo.

592 **Quadros e Figuras** – Em fonte *Times New Roman*, devem ter numeração árabe
593 sequencial (Ex: **Quadro 1** – Produção de sementes). Os quadros e figuras serão entregues
594 em ficheiro separado. Devem ser todos citados no texto, em ordem numérica, devendo
595 ser sinalizado o local desejado da sua inserção. Os quadros não devem ter mais de 120
596 caracteres de largura. Todo o texto dentro do quadro deve ser em letra minúscula, excepto
597 a primeira letra de uma frase. Todos os dados experimentais devem ser apresentados na
598 forma de quadro ou gráfico, nunca nas duas formas. Os gráficos devem incluir os pontos
599 relativos aos dados e as equações relevantes. As legendas devem ser acima dos quadros
600 e em baixo das figuras. As figuras devem ter 300 d.p.i. ou mais.

601 **Material suplementar** – Informação relevante mas que pela sua natureza e/ou extensão
602 não seja exequível a sua publicação no corpo do artigo poderá ser submetida (e publicada)
603 na forma de material suplementar, devendo este restringir-se a um único ficheiro no
604 formato *pdf* com um máximo de 5 Mb.

605 **Referências bibliográficas** - As referências devem ser citadas no texto da seguinte
606 forma: – Martínez (1999) ou (Martínez, 1999) e Radish e Baptist (2005). Quando existam
607 mais de dois autores, apenas o primeiro deverá ser citado, seguido de “*et al.* ”. As
608 referências devem ser ordenadas alfabeticamente, pelo apelido do primeiro autor, e
609 cronologicamente para várias referências com idêntica autoria. Nestas circunstâncias, e
610 quando exista mais que uma citação para o mesmo ano, a citação no texto deve ser
611 acrescida da letra (a,b,c...) que permita uma correspondência inequívoca com a referência
612 bibliográfica (ex: Martinez, 1999a). Sempre que disponível, deve ser fornecido o DOI de
613 qualquer referência bibliográfica. Salienta-se o sistema de pontuação nos exemplos
614 seguintes:

615 **Artigo em revista:**

616 Monteiro, F.; Marques, P. & Madeira, M. (2015) - São os Podzóis dominantes nas
617 formações arenosas do litoral português? O caso da Mata Nacional de Leiria. *Revista de*
618 *Ciências Agrárias*, vol. 38, n. 4, p. 455-472. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA15135>

619 **Livro:**

620 Martinez, H.E.P. (1999) – *O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa* . 2ª ed.
621 Viçosa, Imprensa Universitária, 47 p.

622 **Capítulo em livro:**

623 Bierhuizen, J.F. (1973) - The effect of temperature on plant growth, development and
624 yield. In: Slatyer, R.O. (Ed.) – *Plant responses to climatic factors* . Paris, Unesco, p. 89-
625 98.

626 **Teses ou Dissertações:**

627 Ker, J.C. (1995) - *Mineralogia, sorção e dessorção de fosfato, magnetização e elementos*
628 *traços em latossolos do Brasil* . Tese de Doutorado. Viçosa, Universidade Federal de
629 Viçosa. 181 p.

630 **Atas de Congressos/Conferências:**

631 Bickerstaffe, R.; Couter, E.C. & Morton, J.D. (1997) - Consistency tenderness of retail
632 meat in New Zealand. *In: Proceedings of the 43rd International Congress of Meat*
633 *Science and Technology* . Auckland, New Zealand, ICOMST, p. 196-197.

634 **Documentos electrónicos:**

635 Radish, M.C. & Baptist F.O. (2005) - Floresta e sociedade: um percurso (1875-
636 2005). *Silva Lusitana*, vol. 13, n. 2, p. 143-157. [cit. 2006-06-14].
637 <<http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/slu/v13n2/v13n2a01.pdf>>.

638