

## Potencial alelopático de ésteres derivados do ácido cinâmico

José Antonio Azevedo Espindola<sup>1</sup>, Geizi Jane Alves de Carvalho<sup>2,4</sup>, Elisete Pains Rodrigues<sup>3</sup>,  
Mário Geraldo de Carvalho<sup>3</sup>, Marco Edilson Freire Lima<sup>3</sup>, Sônia Regina de Souza<sup>3</sup>

*Embrapa Agrobiologia, BR 465, km 07, CEP 23851-970, Seropédica, RJ.*

*E-mail: jose@cnpab.embrapa.br<sup>1</sup>.*

*Universidade Estácio de Sá, Campus Akxe, Av. Prefeito Dulcídio Cardoso, 2900,*

*CEP 22631-021, Rio de Janeiro, RJ. E-mail: jaaespindola@uol.com.br<sup>2</sup>.*

*DQUIM, ICE – UFRRJ, BR 465, km 07, CEP 23851-970, Seropédica, RJ. E-mail: mgeraldo@ufrj.br;*

*marco@ufrj.br. soniabg@ufrj.br<sup>3</sup>.*

*PPGQO-DQUIM - ICE-UFRRJ<sup>4</sup>.*

Recebido em 03 de janeiro de 2005

---

### Resumo

A síntese e determinação estrutural de ésteres derivados do ácido cinâmico permitiu obter análogos dos ésteres naturais isolados de *Lafoensia glyptocarpa* Koehne e avaliar o potencial alelopático dos mesmos através de bioensaios de germinação de sementes de alface e tomate. As substâncias que promoveram maior inibição da germinação das sementes analisadas foram: 3,4-metilenodioxifenil acrilato de hexadecila; 3,4-metilenodioxifenil propionato de hexadecila; 3,4-metilenodioxi-6-nitrofenil propionato de hexadecila; e ferrulato de sitosterila. As estruturas foram determinadas através da análise de dados fornecidos por espectrometria de infravermelho, de massas e de RMN de <sup>1</sup>H e <sup>13</sup>C.

**Palavras-chaves:** Alelopatia; ésteres cinâmicos; *Lafoensia glyptocarpa*.

---

### Allelopathic potential of esters derivative from cinnamic acids

#### Abstract

The synthesis and structural determination of cinnamates esters derivative let us to obtain some similar products to natural esters isolated from *Lafoensia glyptocarpa* Koehne, and to evaluate their allelopathic potencial by bioassays of lettuce and tomato seed germination. The substances which promoted more inhibition to seed germination were 3,4-metilenedioxiphenyl hexadecyl acrylate; 3,4-metilenedioxiphenyl hexadecyl propionate; 3,4-metilenedioxi-6-nitrophenyl hexadecyl propionate, and sitosteryl ferulate. The structures were determined by infrared, mass and <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR spectroscopy.

**Key words:** Allelopathy; cinnamates esters; *Lafoensia glyptocarpa*.

## Introdução

Comunidades vegetais apresentam interações complexas entre suas espécies, com conseqüências para a estabilidade e a dinâmica dos ecossistemas. Dentre os diversos tipos de interações, merece destaque a alelopatia, que pode ser definida como os efeitos diretos ou indiretos promovidos por substâncias químicas produzidas por certos organismos, sobre o crescimento e desenvolvimento de outros indivíduos do meio (Pires & Oliveira, 2001).

De acordo com Seigler (1996), o processo de sucessão vegetal observado em ecossistemas naturais apresenta-se relacionado com o potencial alelopático das diversas espécies ali encontradas. Esse autor sugere que a liberação de metabólitos secundários contidos nos tecidos vegetais pode afetar a composição florística de uma área. Os produtos alelopáticos são liberados pelas plantas de várias maneiras, podendo ser lixiviados ou volatilizados das folhas, exsudados das raízes, ou liberados durante a decomposição de resíduos das plantas, em ecossistemas naturais. A alelopatia pode ajudar a explicar fenômenos como: a dominância de uma única espécie ou grupo de espécies sobre outras; a mudança e substituição de espécies no processo de sucessão; a produtividade reduzida de um ecossistema; e a distribuição de espécies vegetais num dado ambiente (Gliessman, 2001).

Dentre as diversas espécies arbóreas que apresentam possível efeito alelopático, encontra-se *Lafoensia glyptocarpa* Koehne. Além da inexistência de trabalhos sobre estudo químico desta espécie, constatou-se que suas sementes não são capazes de germinar em solo próximo a indivíduos da mesma espécie. Isto motivou Carvalho (1994) a desenvolver estudo fitoquímico desta planta. Há registro na literatura sobre o estudo químico de *L. densiflora* onde constataram a presença de ácidos triterpênicos, esteróides, flavonóides, flavonóides glicosilados, uma glicopiranosil-acetofenona, saponinas e ácidos graxos, incluindo derivados dos ácidos *cis*- e *trans*-cinâmicos (Garcez et al., 1999). Os trabalhos de Carvalho et al. (1994, 1999) sobre estudo químico de *L. glyptocarpa*, conduziu ao isolamento e identificação de ésteres derivados do ácido cinâmico, cumarato de alquila, ferulato de alquila e cinamato de sitosterila, triglicerídeos e as saponinas glicopiranosil-sitosterol e 3 $\beta$ -O-L-arabinopiranosil-olean-12-en-28-O- $\beta$ D-

glicopiranosil-éster .

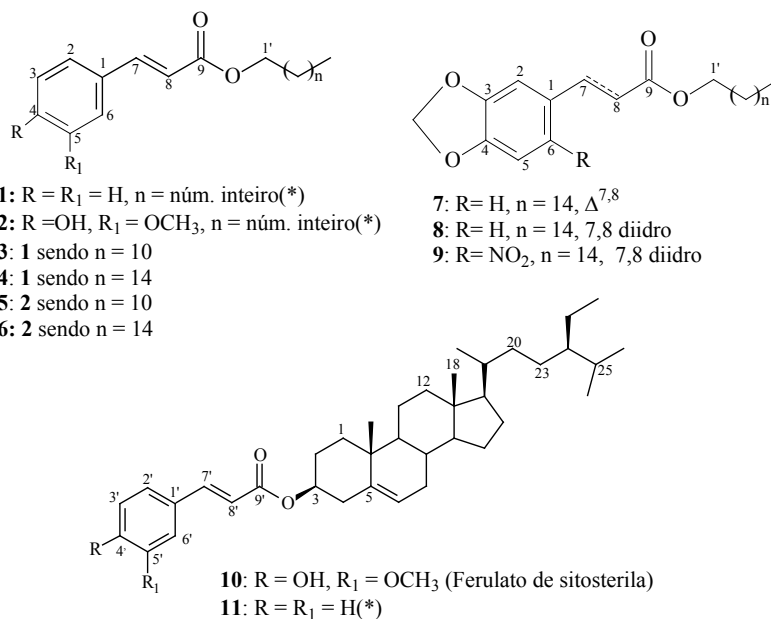
Um fator limitante para a avaliação do potencial alelopático de metabólitos especiais isolados de plantas consiste na reduzida quantidade de material obtido durante o processo de fracionamento. Nesses casos, a alternativa é a síntese de compostos análogos aos isolados para, posteriormente, usá-los em bioensaios. Esses ensaios se baseiam na resposta biológica de um organismo vivo quando submetido à ação de uma determinada substância (Almeida, 1991; Souza Filho et al., 1997).

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de sintetizar ésteres derivados do ácido cinâmico análogos dos ésteres naturais cinamato de alquila (**1**), ferulato de alquila (**2**) e cinamato de sitosterila (**11**) isolados de *Lafoensia glyptocarpa*, além de avaliar o potencial alelopático desses compostos.

## Material e Métodos

Os ésteres naturais (**1**, **2** e **11**) isolados de *Lafoensia glyptocarpa* por Carvalho (1994) (Figura 1) são indicados como os metabólitos responsáveis pela atividade alelopática observada no cultivo desta espécie. Sendo, assim, foram sintetizados compostos análogos (**3-10**) (Figura 1) através de síntese para a avaliação da influência dos mesmos na germinação de sementes de alface e tomate. Para a síntese dos ésteres, prepararam-se, inicialmente, os reagentes precursores: ácido cinâmico, ácido *p*-cumárico, ácido ferúlico, ácido 3,4-metilenodioxifenil acrílico, ácido 3,4-metilenodioxifenil propiônico e ácido 3,4-metilenodioxi-6-nitrofenil-propiônico. Prepararam-se ainda os cloretos de ácido que, em mistura com os álcoois dodecanol, hexadecanol e sitosterol, produziram os respectivos ésteres (**3-10**) (Tabela 1).

A obtenção do cloreto de ácido foi realizada adicionando-se o ácido, diclorometano (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) seco e cloreto de tionila em balão de 50 mL. A mistura reacional foi deixada sob agitação, à temperatura ambiente, por 2 a 3 horas, em atmosfera inerte de nitrogênio, até que não fosse mais observada a presença do ácido por cromatografia de camada delgada. Verificada a formação do cloreto de ácido, evaporou-se o cloreto de tionila (SOCl<sub>2</sub>) em excesso e o solvente. O cloreto de ácido foi dissolvido em diclorometano e, em seguida, foi adicionado o álcool (etanol) no balão de 50 mL. A solução foi mantida em atmosfera inerte



**Figura 1.** Estruturas dos ésteres naturais (\*) e sintéticos.

**Figure 1.** Structures of natural (\*) and synthetic esters.

de nitrogênio, sob agitação, por 24 h (Berardi et al., 1998). Após esse período, evaporou-se o excesso de solvente em rotavapor e purificou-se a amostra através de filtração em coluna cromatográfica de gel de sílica. A seqüência reacional está representada na Figura 2 e as quantidades de reagentes estão relacionadas na Tabela 1. O cloreto de tionila foi adicionado em excesso, adotando-se sempre o dobro da quantidade dos ácidos, em número de milimoles, e o diclorometano foi adicionado em quantidades suficientes para solubilizar os reagentes utilizados. A identificação dos produtos (**3-10**) foi realizada através da análise dos espectros de infravermelho (IV), ressonância magnética nuclear de hidrogênio e carbono (RMN de <sup>1</sup>H e de <sup>13</sup>C) e espectrometria de massas (EM). Os aparelhos empregados foram espectrômetro IV, Perkin Elmer FT-IR 1600, em pastilhas de KBr; espectrômetro de Ressonância Magnética Nuclear, Brüker AC-200 (200 MHz para <sup>1</sup>H e 50 MHz <sup>13</sup>C); e espectrômetro VG Auto Spec-30, operando a 70 eV para obter os espectros de massas.

A avaliação do potencial alelopático dos ésteres sintetizados foi realizada através do bioensaio de germinação de sementes. Esse bioensaio foi conduzido em placas de Petri, onde se colocou o papel de filtro

umedecido com 1 mL da solução em clorofórmio dos ésteres a serem testados. Após a secagem do papel de filtro, foram colocadas 10 sementes de plantas indicadoras (alface ou tomate) do potencial alelopático das substâncias testadas por placa, juntamente com 3 mL de água destilada. De acordo com Medeiros (1989), sementes de alface e de tomate são recomendadas para a realização desse tipo de bioensaio por apresentarem elevada sensibilidade a substâncias de caráter alelopático. O delineamento estatístico usado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na avaliação dos compostos sintetizados, em diferentes concentrações (80 e 200 g/mL), além de clorofórmio e água destilada. Nesse tipo de bioensaio, a água destilada consiste no tratamento controle, servindo como parâmetro de comparação para avaliar o efeito das substâncias testadas. Levando-se em conta que as amostras foram solubilizadas em clorofórmio para aplicação nas placas de Petri, a utilização desse solvente como branco foi necessária para verificar possíveis interferências do mesmo durante o processo de germinação das sementes. As placas de Petri foram mantidas em câmara de germinação com controle de temperatura (28 a 30 °C) e luminosidade (12 horas diárias de luz

**Tabela 1.** Quantidades de reagentes utilizados e dos produtos obtidos.

**Table 1.** Amounts of utilized reagents and obtained products.

Reagentes		Produtos	
Ácido	Álcool	Estrutura	Nome
Cinâmico* [200,0 mg (0,0013 mmol)]	Dodecanol [0,3 mL (0,001 mmol)]	<b>3</b>	Cinamato de dodecila* [1,5 mL (29,5%)]
Cinâmico* [260,0 mg (0,0017 mmol)]	Hexadecanol [441,0 mg (0,0017 mmol)]	<b>4</b>	Cinamato de hexadecila* [318,0 mg (50,3%)]
Ferúlico* [200,0 mg (0,001 mmol)]	Dodecanol [2,2 mL (0,0017 mmol)]	<b>5</b>	Ferulato de dodecila* [0,5 mL (10,1%)]
Ferúlico* [200,0 mg (0,001 mmol)]	Hexadecanol [240,0 mg (0,001 mmol)]	<b>6</b>	Ferulato de hexadecila* [325,0 mg (77,0%)]
3,4-metilenodioxifenilacrilico* [70,0 mg (0,0036 mmol)]	Hexadecanol [87,0 mg (0,0036 mmol)]	<b>7</b>	3,4-metilenodioxifenilacrilato de hexadecila* [93,0 mg (61,1%)]
3,4-metilenodioxifenilpropionico** [100,0 mg (0,0005 mmol)]	Hexadecanol [125,0 mg (0,0005 mmol)]	<b>8</b>	3,4-metilenodioxifenilpropionato de hexadecila** [108,0 mg (50,7%)]
3,4-metilenodioxifenil-6-nitrofenilpropionico**	Hexadecanol [101,0 mg (0,0004 mmol)]	<b>9</b>	3,4-metilenodioxifenil-6-nitrofenilpropionato de hexadecila** [140,0 mg (72,2%)]
Ferúlico* [200,0 mg (0,00048 mmol)]	Sitosterol [200,0 mg(0,00048 mmol)]	<b>10</b>	Ferulato de sitosterila* [23,5 mg (55,2%)]

\*  $\Delta^{7,8}$  e  $\Delta^{7,8'}$ ; \*\*  $\Delta$ -diidro

e 12 horas diárias de escuro), medindo-se a porcentagem de germinação no quinto dia (período no qual observou-se o máximo de germinação das sementes) após a instalação do bioensaio. Considerou-se germinada toda semente que apresentava rompimento do tegumento, com protuberância para fora da capa superior a 2 mm.

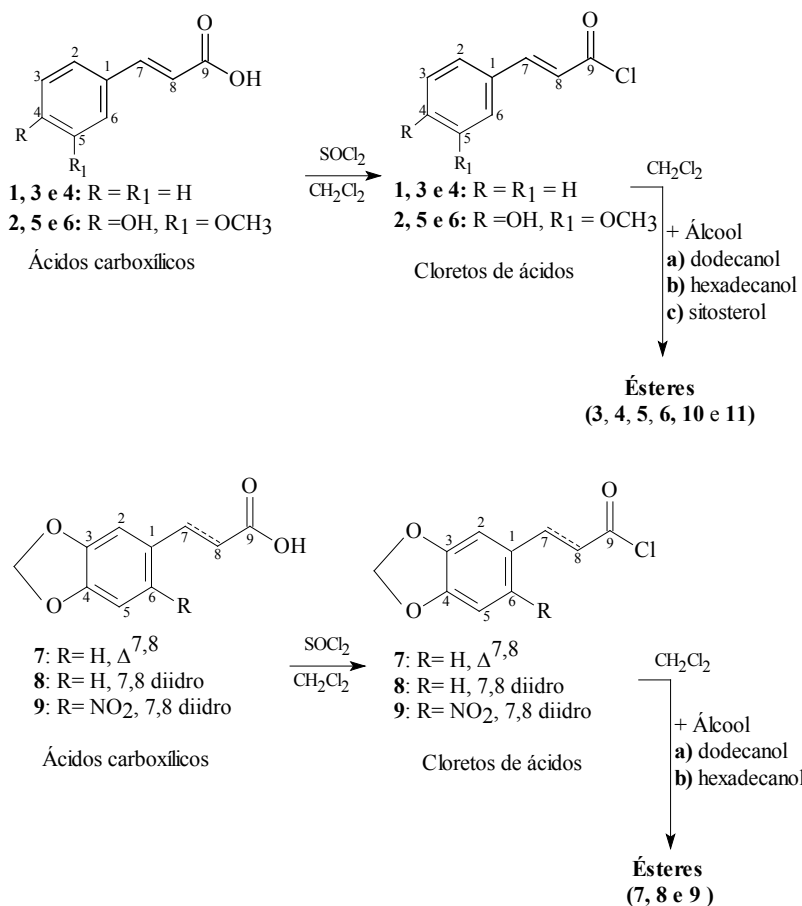
Os dados obtidos no bioensaio foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F. Nas fontes de variação onde houve diferença significativa, aplicou-se o teste de Tukey (5%) para comparação das médias, conforme descrito por Gomes (1990).

## Resultados e Discussão

Os produtos foram identificados através da análise dos espectros de IV, que permitiu atribuir os

sinais entre 2850  $\text{cm}^{-1}$  e 2855  $\text{cm}^{-1}$  à deformação axial de C-H, e entre 1462  $\text{cm}^{-1}$  e 1472  $\text{cm}^{-1}$  à deformação angular de  $\text{CH}_2$  da cadeia alifática proveniente dos álcoois utilizados na síntese. Esta cadeia longa foi confirmada pela banda em 720  $\text{cm}^{-1}$ . Já os sinais obtidos entre 1711  $\text{cm}^{-1}$  e 1729  $\text{cm}^{-1}$  foram compatíveis com deformação axial de C=O de ésteres, enquanto sinais entre 1600 e 1470  $\text{cm}^{-1}$  foram relacionados às vibrações do núcleo aromático das unidades acila.

Os deslocamentos químicos de  $^1\text{H}$  e de  $^{13}\text{C}$  detectados nos espectros de RMN estão relacionados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente. Pode-se destacar os sinais em  $\delta_{\text{H}}$  6,66 e 7,60, característicos de hidrogênios aromáticos, e os sinais em  $\delta_{\text{H}}$  6,41 e 7,80, que foram atribuídos aos hidrogênios H-7 e H-8 da enona nas estruturas 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Os sinais triplos entre  $\delta_{\text{H}}$  2,52 e  $\delta_{\text{H}}$  2,67 (H-7) e entre  $\delta_{\text{H}}$  2,86 e  $\delta_{\text{H}}$  3,13 (H-8) representam os deslocamentos químicos dos grupos



**Figura 2.** Preparação dos ésteres derivados do ácido cinâmico.

**Figure 2.** Preparation of cinamic esters derivatives.

metilenos das estruturas 8 e 9, respectivamente. Os sinais triplos observados nos espectros entre  $\delta_H$  4,03 e  $\delta_H$  4,17 foram atribuídos aos grupos metilenos da unidade O-alkila. Os demais sinais são compatíveis com a cadeia alifática do álcool. A Tabela 3 relaciona os dados de RMN <sup>13</sup>C dos produtos. Os espectros dos produtos derivados dos ácidos ferúlico e cumárico foram comparados com os registrados para os ésteres naturais (**1, 2 e 11**) isolados de *Lafoensia glyptocarpa*. Os valores dos picos correspondentes aos M<sup>+</sup>, dentre outros, serviram para confirmar a formação dos produtos derivados dos ácidos cumárico e ferúlico.

O potencial alelopático dos ésteres sintetizados, medido através de sua influência na germinação das sementes de plantas indicadoras (alface e tomate), está indicado na Tabela 4. Para as sementes de alface, foi possível constatar que 3,4-metilenodioxifenil acrilato de hexadecila (**7**) e 3,4-metilenodioxifenil

propionato de hexadecila (**8**), na concentração de 80 ppm, proporcionaram redução na germinação de até 59% quando comparados aos tratamentos de água destilada e clorofórmio. Ao se aumentar a concentração dos compostos testados para 200 ppm, o composto **8** continuou apresentando maior potencial alelopático, juntamente com o ferulato de sitosterila (**10**). Os compostos **7, 8 e 9** foram ainda responsáveis pela inibição da germinação das sementes de tomate em relação aos tratamentos água destilada e clorofórmio.

Os resultados obtidos estão de acordo com citações que relatam o potencial alelopático de compostos derivados do ácido cinâmico (Rice, 1984; Inderjit et al., 1997). Diversos mecanismos têm sido utilizados para explicar como essas substâncias aleloquímicas afetam o desenvolvimento vegetal. Chon et al. (2002) constataram que a aplicação de

**Tabela 2.** Deslocamentos químicos(\*) de <sup>1</sup>H dos ésteres sintéticos, comparados com valores citados na literatura\*.

**Table 2.** <sup>1</sup>H chemical shifts(\*) of synthetic esters, compared to literature values.

	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Fonte<sup>1</sup></b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>Fonte<sup>2</sup></b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>Fonte<sup>3</sup></b>
H	δ <sub>H</sub>	δ <sub>H</sub>	δ <sub>H</sub>	δ <sub>H</sub>	δ <sub>H</sub>	δ <sub>H</sub>	δ <sub>H</sub>	δ <sub>H</sub>	δ <sub>H</sub>	δ <sub>H</sub>
2	7,46	7,51	7,41(d)	7,60	7,49	7,00(d)	7,26	6,66	6,99	7,06
3			6,84(d)	7,45	7,10	6,90(d)	-	-	-	-
4	7,30	7,34	-	-	-	-	-	-	-	-
5			6,84(d)	-	-	-	7,16	6,66	7,48	7,54
6	7,46	7,51	7,41(d)	6,31	7,25	7,10(dd)	6,90	6,66	-	-
7	7,67	7,62	7,62(d)	7,72	7,80	7,54(d)	7,53	2,52	2,67	2,53
8	6,42	6,44	6,27(d)	6,41	6,42	6,30(d)	6,43	2,86	3,13	2,97
10	-	-	-	-	-	-	6,06	5,95	6,20	6,18
1'	4,14	4,17	4,17(t)	4,13	4,13	4,20(t)	4,13	4,04	4,03	-
2'	1,60	1,65	1,64(m)	1,66	1,65	1,63	1,66	2,86	1,27	-
(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>	1,21	1,24	1,26(m)	1,27	1,25(m)	1,25	1,28	1,27	1,27	-
CH <sub>3</sub>	0,80	0,85	0,87(t)	0,86	0,86	0,88	0,86(t)	0,89	0,86	-
OH	-	-	-	5,85	-	5,80(s)	-	-	-	-
OCH <sub>3</sub>	-	-	-	3,84	3,94	4,0(s)	-	-	-	-

\* Multiplicidades são semelhantes aos padrões da literatura. Fontes: <sup>1</sup>Kisiel and Jakupowic, 1995 (*p*-cumarato de eicosanila); <sup>2</sup>Goulart et al, 1993 (ferulato de pentatriacontanila); <sup>3</sup>Fraguas Neto, 1997 (ácido 3,4-metilenodioxifenilacrilico)

**Tabela 3.** Dados de RMN <sup>13</sup>C dos ésteres sintéticos, comparados com valores da literatura.

**Table 3.** RMN <sup>13</sup>C data of synthetic esters, compared to literature values.

	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Fonte<sup>1</sup></b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>Fonte<sup>2</sup></b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>Fonte<sup>3</sup></b>
C	δ <sub>c</sub>	δ <sub>c</sub>	δ <sub>c</sub>	δ <sub>c</sub>	δ <sub>c</sub>	δ <sub>c</sub>	δ <sub>c</sub>	δ <sub>c</sub>	δ <sub>c</sub>	δ <sub>c</sub>
1	134,0	134,3	138,3	124,4	124,2	124,2	129,7	134,9	-	132,8
2	128,5	128,7	127,5	124,4	123,9	123,7	109,0	108,8	111,2	110,5
3	129,9	128,7	129,6	113,9	116,0	115,8	149,3	147,0	-	151,6
4	128,5	130,0	128,7	150,3	152,8	150,6	150,0	145,0	-	146,4
5	129,9	128,7	129,6	149,8	150,8	149,4	107,1	109,0	105,9	105,2
6	128,5	128,7	127,5	111,9	112,2	111,8	129,0	121,4	-	142,5
7	127,2	144,4	133,9	145,2	144,6	145,3	125,3	30,0	28,5	28,1
8	117,7	127,9	126,6	115,7	116,0	116,6	116,9	35,6	35,1	34,5
9	166,9	166,9	167,5	167,2	167,0	167,5	167,1	172,3	172,4	173,6
10	-	-	-	-	-	-	102,5	101,1	104,0	103,3
1'	64,5	64,3	61,7	56,0	64,7	61,7	64,6	64,1	64,8	-
2'	28,5	31,8	28,8	64,7	30,9	28,8	29,7	35,0	22,7	-
(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>	22,4- 29,3	25,9- 29,3	26,0- 29,5	26,4- 29,3	23,3- 29,5	26,0- 29,3	26,1- 29,4	28,0- 29,3	29,6	-
CH <sub>3</sub>	13,8	14,0	14,1	14,1	14,3	14,1	16,2	13,7	14,2	-
OCH <sub>3</sub>	-	-	-	56,0	56,3	-	-	-	-	-

**Fonte:** <sup>1</sup>Carvalho, 1994 (ferulato de alquila); <sup>2</sup>Shoyama et al, 1987 (3,6'-diferuloil-sacarose); <sup>3</sup>Fraguas Neto, 1997 (ácido 7,8-diidro-3(3,4-metilenodioxifenil)propiónico).



**Tabela 4.** Porcentagem de germinação de sementes de alface e tomate, submetidos à ação dos diferentes ésteres em duas concentrações.

**Table 4.** Germination percentage of lettuce and tomato seeds, submitted to different esters at two concentrations.

Substâncias sintéticas	Germinação de alface		Germinação de tomate	
	Concentração das substâncias		Concentração das substâncias	
	80 ppm	200 ppm	80 ppm	200 ppm
3	82,4 ab <sup>2</sup>	85,0 abc	16,5 bc	10,0 abcd
4	75,0 abc	75,0 abcd	10,0 bc	30,0 a
5	82,5 ab	70,0 bcd	7,5 cd	22,5 abc
6	85,0 ab	72,5 abcd	20,0 abc	17,5 abcd
7	55,0 cd	67,5 cd	2,5 d	2,5 d
8	47,5 d	52,5 d	0,0 d	2,5 d
9	77,5 abc	85,0 abc	2,5 d	0,0 d
10	70,0 bcd	57,5 d	5,0 d	7,5 bcd
Branco <sup>1</sup>	95,0 ab	95,0 ab	37,5 a	25,0 ab
Controle <sup>1</sup>	97,5 a	97,5 a	32,5 ab	27,5 ab

<sup>1</sup>O branco consistiu de água e o controle de clorofórmio. <sup>2</sup>Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p,0,05).

soluções de ácido hidrocínâmico, ácido *p*-cumárico e ácido trans-cinâmico é capaz de promover redução do desenvolvimento de plântulas de alfafa e da espécie espontânea *Echinochloa crus-galli*, causando alterações morfológicas nas suas raízes. Em outro trabalho, foi verificado que o ácido ferúlico afeta negativamente a absorção de nutrientes e as relações hídricas em plântulas de pepino (Booker et al., 1992). Einhellig (1996) aponta ainda a possibilidade de que combinações desses compostos em ecossistemas podem criar interações sinérgicas, aumentando a inibição no desenvolvimento de espécies vegetais.

Considerando-se o fato dos compostos avaliados neste trabalho serem análogos a ésteres isolados de *Lafoensia glyptocarpa*, é possível que tais compostos naturais também apresentem potencial alelopático. Assim, a presença dessa espécie vegetal em ecossistemas pode promover alterações da vegetação adjacente. Da mesma forma, os aleloquímicos obtidos de *L. glyptocarpa* apresentam potencial de uso em áreas cultivadas, visando o controle de plantas espontâneas.

## Conclusão

Este trabalho apresentou resultados que indicam o potencial alelopático de diversos ésteres sintéticos

derivados do ácido cinâmico. Dentre as substâncias que apresentaram maior capacidade de inibição da germinação de sementes, destacaram-se o 3,4-metilenodioxifenil acrilato de hexadecila; o 3,4-metilenodioxifenil propionato de hexadecila; o 3,4-metilenodioxifenil-6-nitrofenil propionato de hexadecila e o ferulato de sitosterila.

## Referências Bibliográficas

ALMEIDA, F.S. de. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, V.26, n.2, p.221-236, 1991.

BERARDI, F.; SANTORO, S.; PERRONE, R.; TORTORELLA, V. GOVONI, S.; LUCCHI, L. N-[ $\omega$ -(tetralin-1-yl)alkyl] derivatives of 3,3-dimethylpiperidine are highly potent and selective  $\sigma^1$  or  $\sigma^2$  ligands. **Journal of Medical Chemical**, V.41, p.3940-3947, 1998.

BOOKER, F.L.; BLUM, U.; FISCUS, E.L. Short-term effects of ferulic acid on ion uptake and water relations in cucumber seedlings. **Journal of Experimental Botany**, V.43, p.649-655, 1992.

CARVALHO, G.J.A. de. **Estudo químico de *Lafoensia glyptocarpa* Koehne (Lytraceae) e *Wedelia paludosa* D.C. (Asteraceae)**. 1994. 144f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

CARVALHO, G.J.A. de; CARVALHO, M.G. de; BRAZ-FILHO, R. Estudo Químico de *Cestrum laevigatum* e *Laphoencia glyptocarpa*; In: 17ª Reunião Anual da Soc. Bras. De Química, **Resumos-SBQ**, V. 1, PN-39, 1994.

CARVALHO, G.J.A. de; CARVALHO, M.G. de; BRAZ-FILHO, R. New Saponin Isolated from *Lafoensia glyptocarpa* Koehne. **Phytochemistry**, V.52, p.1617-1619, 1999.

CHON, S.; CHOI, S.; JUNG, S.; JANG, H.; PYO, B.; KIM, S. Effects of alfafa leaf extracts and phenolic allelochemicals on early seedling growth and root morphology of alfafa and barnyard grass. **Crop Protection**, V.21, p.1077-1082, 2002.

COMTE, G.; CHULIA, A.J.; VERCAUTEREN, J. Allais phenylpropane glycosides from *Juniperus phoenicea*. **Planta Medica**, V.62, p.88-89, 1996.

EINHELLIG, F.A. Interactions involving allelopathy in cropping systems. **Agronomy Journal**, V.88, p.886-893, 1996.

FRAGUAS NETO, M.R. **Utilização do safrol na síntese de derivados do núcleo pirroloquinolina potencialmente úteis como antineoplásicos**. 1997. 133f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

GARCEZ, W.S.; GARCEZ, F.R.; RODRIGUES, E. D. Novos Constituintes de *Lafoensia densiflora* POHL. (LYTHRACEAE). In: 21ª e 22ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 1999, Poços de Caldas. **Livro de Resumos-SBQ**, v. 2. PN-113, 1999. e **Livro de Resumos-SBQ**, v. 2. PN-28, 1998.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto

Alegre: Editora da Universidade. p. 653, 2001.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, p.467, 1990.

GOULART, M. O. F.; SANT'ANA, A. E. G.; LIMA, R. A. de; CAVALCANTE, S. H.; CARVALHO, M. G. DE E BRAZ-FILHO, R. Fitoconstituintes químicos Isolados de *Jatropha Elliptica*, Atribuição dos Deslocamentos Químicos dos Átomos de Carbonos e Hidrogênios dos Diterpenos Jatrofolonas A & B. **Química Nova**, V.16 n.2, p.95-100. 1993.

INDERJIT; MURAMATSU, M.; NISHIMURA, H. On the allelopathic potential of certain terpenoids, phenolics, and their mixtures, and their recovery from soil. **Canadian Journal Botany**, V.75, p.888-891, 1997.

MEDEIROS, R. M. **Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas**. 1989. 92f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. In: OLIVEIRA JR. R. S.; CONSTANTIN, J. (Coords). **Plantas Daninhas e seu Manejo**. Guaíba: Agropecuária, p.145-185. 2001.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. New York: Academic Press, p.422, 1984

SEIGLER, D. S. Chemistry and mechanisms of allelopathic interactions. **Agronomy Journal**, V.88, p.876-885, 1996.

SHOYAMA, Y.; HATANO, K.; NISHIOKA, I.; YAMAGISHI, T. Phenolic Glycosides from *Lilium Longiflorum*, **Phytochemistry**, v. 26 n11, p. 2965-2968, 1987.

SOUZA FILHO, A.P. da S.; RODRIGUES, L.R. de A.; RODRIGUES, T. de J.D. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, V.32, n.2, p.165-170, 1997.