



ISSN: 2525-815X

Journal of Environmental Analysis and Progress

Journal homepage: www.jeap.ufrpe.br/

10.24221/jeap.3.3.2018.1831.287-295



Relação entre a composição química de cera epicuticular foliar e a interação com insetos galhadores em espécies de *Croton* L. (Euphorbiaceae)

Relation between chemical composition leaf epicuticular wax and galling interaction with species in *Croton* L. (Euphorbiaceae)

Maíra Honorato de Moura Silva^a, Luiz Oliveira da Costa Filho^a, Antônio Fernando Morais Oliveira^a, Jarcilene Silva de Almeida-Cortez^a

^a Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Centro de Biociências, Departamento de Botânica, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Laboratório de Ecologia Aplicada e Fitoquímica. Cidade Universitária, SN, Recife-PE, Brasil. CEP: 50730-120. E-mail: mairamhms@hotmail.com, luizcosta@unicap.br, afmoliveira@gmail.com, jacortez@ufope.br.

ARTICLE INFO

Recebido 28 Fev 2018

Aceito 30 Jul 2018

Publicado 31 Jul 2018

ABSTRACT

The epicuticular waxes have significant economic and ecological importance. Based on this, the objective of this study was to evaluate the influence of the chemical composition of waxes in gall formation intensity in *Croton* spp. of the semi-arid region using a multivariate analysis. Intact leaves were used, and mature seven *Croton* species (*Croton adamantinus*, *C. argyrophyllus*, *C. blanchetianus*, *C. glandulosus*, *C. grewioides*, *C. heliotropiifolius*, *C. urticifolius*) were subjected to two successive extractions with dichloromethane and, then the chromatographic analysis (TLC and GC). The Principal Component Analysis (PCA) showed that there is a grouping of the species with high intensity of galls (*C. adamantinus*, *C. argyrophyllus*, and *C. blanchetianus*) according to the chemical similarity of the waxes and shown to be more defined by the fatty acids. However, *C. urticifolius* presents inserted in this group but does not contain galls. The n-alkanes C25 and C27 were instrumental in the absence of galls on *C. glandulosus*. Alcohols were responsible for explaining the low-intensity galls on *C. grewioides* while the alkanes C22, C32 and C33 and fatty acids C16:0 and C18:0 were responsible for explaining the low-intensity galls on *C. heliotropiifolius*. Therefore, it was found that the presence of fatty acids and n-alkanes of long chains were prevalent in the chemical profile of the waxes of these species, thus indicating that the fatty acids likely components associated with the susceptibility of plants to galling.

Keywords: Principal Component Analysis, caatinga, chromatography, cuticular lipid, galls.

RESUMO

As ceras epicuticulares têm grande importância econômica e ecológica. Com base nisso, o objetivo deste estudo foi avaliar a relação da composição química das ceras na intensidade de formação de galhas em *Croton* spp. de região semiárida por meio de uma análise multivariada. Foram utilizadas folhas íntegras e maduras de sete espécies de *Croton* (*Croton adamantinus*, *C. argyrophyllus*, *C. blanchetianus*, *C. glandulosus*, *C. grewioides*, *C. heliotropiifolius*, *C. urticifolius*) que foram submetidas a duas extrações sucessivas com diclorometano e, em seguida, às análises cromatográficas (CCD preparativa e CG). As Análises dos Componentes Principais (PCA) mostraram que há um agrupamento das espécies que apresentam alta intensidade de galhas (*C. adamantinus*, *C. argyrophyllus* e *C. blanchetianus*) em função da semelhança química das ceras epicuticulares, mostrando serem mais definidos pelos n-alcenos e ácidos graxos. Contudo, *C. urticifolius* apresenta-se inserido neste grupo embora não contenha galhas. Os n-alcenos C25 e o C27 foram determinantes na ausência de galhas em *C. glandulosus*. Os alcoóis foram responsáveis por explicar a baixa intensidade de galhas em *C. grewioides*, enquanto

os alcanos C22, C32 e C33 e os ácidos graxos C16:0 e C18:0 foram responsáveis por explicar a baixa intensidade de galhas em *C. heliotropifolius*. Portanto, foi possível verificar que a presença de ácidos graxos e *n*-alcanos de cadeias longas foram predominantes no perfil químico das ceras epicuticulares destas espécies, indicando serem os ácidos graxos os prováveis componentes associados à susceptibilidade das plantas aos insetos galhadores.

Palavras-Chave: Análise de Componente Principal, caatinga, cromatografia, cecídeas, lipídio cuticular.

Introdução

As interações entre plantas e animais representam uma grande e diversificada área da ecologia. A herbivoria constitui uma das mais importantes interações que determinam a regulação de espécies vegetais e o padrão de distribuição destas. Os herbívoros diferem em suas necessidades de energia e nutrientes e podem apresentar preferências alimentares variadas de acordo com os valores nutricionais e de produtividade da planta hospedeira.

Dentre os variados tipos de herbivoria destacam-se à formação de galhas ou cecídeas, que são hipertrofias e hiperplasias do tecido vegetal em resposta aos ataques provocados por diversos agentes indutores como vírus, bactérias, fungos, nematóides, ácaros e insetos (Mani, 1964).

Os insetos são os mais importantes organismos indutores de galhas. As cecídeas entomógenas podem ser causadas por coleópteros, tisanópteros, hemípteros, homópteros, himenópteros, dípteros e lepidópteros (Maia & Fernandes, 2004; Silva, 2005). Dentre os galhadores mais comuns, destacam-se os dípteros da família Cecidomyiidae (Maia & Fernandes, 2004).

A ação de herbívoros indutores de galhas pode resultar em profundas alterações estruturais nos tecidos vegetais das plantas hospedeiras. Estas alterações são acompanhadas por modificações bioquímicas, principalmente notadas em relação a metabólitos primários e secundários específicos. Alterações estruturais e químicas têm grande influência na manutenção do ciclo de vida dos galhadores, o qual se passa parcial ou totalmente dentro dos tecidos vegetais, sendo o galhador responsável pela formação, desenvolvimento e manutenção das galhas (Oliveira et al., 2006).

Abrahamson & McCrea (1986) sugeriram que o fenótipo da galha é um resultado da interação entre dois genótipos. O primeiro é do indutor, pelo estímulo, o segundo é da planta hospedeira, pela reação. Desta forma, é esperado que diferentes indutores produzam diferentes tipos de galhas numa mesma planta hospedeira.

As galhas são encontradas em todas as partes das plantas, desde a extremidade da raiz até as gemas apicais do caule, em órgãos vegetativos e reprodutivos. Estão presentes em quase todos os

grupos de plantas, sendo as eudicotiledôneas notáveis pela abundância e grande diversidade de galhas (Mani, 1964; Andrade et al., 1995).

Um dos componentes vegetais que pode influenciar na mediação da interação inseto-planta é a cutícula, formada pela cutina e recoberta pela cera epicuticular, camada mais externa da cutícula vegetal composta por uma mistura complexa de substâncias alifáticas de cadeias longas (*n*-alcanos, ácidos graxos, álcoois, cetonas, aldeídos e ésteres) e de estruturas cíclicas (triterpenóides e flavonóides) (Shepherd et al., 1995), que se reflete no grau de cristalinidade, podendo ser depositadas em uma variedade de formas físicas. As estruturas mais frequentemente observadas são os túbulos, placas ou lamelas, bastonetes, filamentos, grânulos de forma determinada ou não (Barthlott et al., 1998). A quantidade, a composição e a ultraestrutura das ceras epicuticulares são altamente variáveis e dependentes do táxon, órgão, fenologia, da genética da planta e circunstâncias ambientais (Baker, 1982).

Devido ao seu posicionamento, as ceras epicuticulares constituem a primeira superfície de contato entre a planta e o ambiente, funcionando como barreira física e química de interface entre a planta e o meio ambiente (Lichston & Godoy, 2006), podendo inibir ou estimular a oviposição e a alimentação de insetos herbívoros ou mesmo afetar a adesão e a locomoção desses (Eigenbrode, 1996; Eigenbrode & Jetter, 2002). A cera também pode atuar na proteção dos galhadores, atuando como filtro solar ou como proteção mecânica da estrutura podendo apresentar em sua composição substâncias como terpenos e flavonóides que atuam como repelentes de outros herbívoros e de parasitóides (Scarelli-Santos & Varanda, 2007).

Por outro lado, as funções da cera epicuticular também estão relacionadas à proteção contra perda de água por transpiração cuticular excessiva, função esta muito importante para a evolução das plantas, pois as propiciou a conquista do meio terrestre, e para a adaptação de algumas espécies a ambientes áridos.

A caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro com clima tipicamente semiárido presente em quase todos os estados do Nordeste e norte de Minas Gerais e corresponde a cerca de 10% de todo o território nacional. A vegetação é do tipo xerófila (Caatinga, 2010), possuindo

mecanismos de adaptação a condições extremas de seca como o espessamento da camada de cera epicuticular (Oliveira, Meirelles & Salatino, 2003) quando comparada a espécies que não estão submetidas constantemente a déficit hídrico. Este bioma apontado como rico em espécies endêmicas e bastante heterogêneo (Caatinga, 2010), corresponde a um habitat tipicamente ocupado pelas Euphorbiaceae, uma das famílias que melhor representa o bioma da Caatinga, apresentando grande número de espécies endêmicas, cerca de dezessete (Sátiro & Roque, 2008).

A família Euphorbiaceae possui grande importância econômica entre as Eudicotiledôneas, estando representada nas regiões tropicais e temperadas de todo o planeta por um total de 8.000 espécies, distribuídas em 317 gêneros. No Brasil, ocorrem 72 gêneros e 1.100 espécies, de hábitos e habitats diferentes, difundidas em todos os tipos de vegetação (Guimarães, 2006). Sua distribuição é ampla, possuindo representantes em todos os diferentes tipos de vegetação do país.

Dentre os gêneros dessa família destaca-se *Croton* L. por ser o segundo maior e mais diverso gênero das Euphorbiaceae, com cerca de 1.200 espécies, sendo a maioria distribuída na África, Ásia, Oceania e continente americano. No Brasil ocorrem cerca de 350 espécies (Palmeira Júnior et al., 2006), caracterizando o país como centro de diversidade do gênero. O Nordeste brasileiro revela alta diversidade no gênero, possuindo cerca de 85 espécies, destas, 69 ocorrem na caatinga e 31 espécies em Pernambuco (Silva, Sales & Carneiro-Torres, 2009).

O objetivo do estudo foi aplicar análises multivariadas para verificar quais *n*-alcanos e ácidos graxos de cera epicuticular foliares diferenciam sete espécies de *Croton*, que apresentam distintos graus de infestação por galhas.

Material e Métodos

Extração da cera epicuticular

Foram selecionadas sete espécies de *Croton* arbustivas que apresentavam frequência de galhas foliares variável, ocorrendo em uma área de Caatinga, no Parque Nacional Vale do Catimbau (PE).

As folhas íntegras e maduras de *Croton adamantinus*, *C. argyrophyllus*, *C. blanchetianus*, *C. glandulosus*, *C. grewoides*, *C. heliotropiifolius* e *C. urticifolius* foram selecionadas, acondicionadas em sacos de papel e transportadas para o laboratório onde foram secas em estufa com ventilação forçada a 50°C, por cerca de 72h, ou até sua total desidratação. No Laboratório de

Ecologia Aplicada e Fitoquímica (Departamento de Botânica, UFPE), o material desidratado foi submetido aos procedimentos de extração da cera. Dez gramas de folhas íntegras e secas de cada espécie foram submetidas a duas extrações consecutivas, com imersão em diclorometano por 30 segundos (Guhling et al., 2005) com agitação manual constante, visando obter extratos.

Análise da cera epicuticular

Cromatografia delgada preparativa

Os extratos obtidos foram filtrados, concentrados sob pressão reduzida em evaporador rotatório e submetido às técnicas analíticas de fracionamento através da Cromatografia em Camada Delgada do tipo preparativa.

Foi utilizado como fase móvel o sistema *n*-hexano:diclorometano (73:27, v/v) e gel de sílica G 60 impregnada com fluoresceína sódica 0,02% como adsorvente na cromatografia em camada delgada. As placas cromatográficas foram colocadas previamente em estufa a 100°C por 30 minutos, para a ativação. Cromatografias em Camada Delgada do tipo preparativa foram realizadas com todos os extratos e em seguida as placas foram visualizadas sob luz UV de ondas longas, para identificação, separação e isolamento das classes químicas presente nas ceras de todas as espécies em estudo.

Cromatografia gasosa

As classes de compostos analisadas nas presentes ceras das espécies em estudo foram os *n*-alcanos e os ácidos graxos. Estes foram isolados e, posteriormente, analisados através de Cromatografia Gasosa (Cromatógrafo Shimadzu 17A), tendo hélio como gás de arraste com fluxo constante de 1 cm³.min⁻¹. Foi utilizada uma coluna capilar de sílica fundida DB-5 (5%-fenilmetilpolisiloxano) e um detector de ionização em chama (FID). A temperatura inicial foi programada em 150°C, por três minutos, elevando-se 10°C por minuto, até 280°C, permanecendo nesta temperatura por mais 15 min. A temperatura do injetor e do detector foi de 300°C. Os *n*-alcanos e os ácidos graxos foram identificados a partir do tempo de retenção comparando-se com os de amostras autênticas (padrão Fluka e Supelco, respectivamente) e confirmados por dados de espectrometria de massas quando necessário. Os ácidos graxos foram previamente derivados com trifluoreto de boro (BF₃) antes das análises cromatográficas.

Análise estatística

A fim de verificar se havia uma relação entre as classes de compostos químicos presentes

na cera epicuticular foliar e a frequência de galhas, foram realizadas duas análises multivariadas com o programa Fitopac 2.1.

A primeira buscou verificar quais classes de compostos químicos da cera epicuticular estavam relacionadas com a presença e intensidade de galhas nas espécies de *Croton*, utilizando uma matriz com sete amostras (espécies de *Croton*) e quatro descritores (ácidos graxos, alcanos, álcool e galhas) (Tabela 1) e a segunda, verificar quais os *n*-alcanos e os ácidos graxos que melhor relacionam-se com a formação de galhas, utilizando uma matriz com as mesmas amostras e vinte e quatro descritores (*n*-alcanos, ácidos graxos e galhas) (Tabela 2), onde a variável galha foi utilizada como marcadora e classificada de acordo com a intensidade de galhas, sendo 0 equivalente a ausência de galhas, 1 = baixa intensidade de galhas e 2 = alta intensidade de galhas.

Em seguida, foi verificada a presença de outliers, utilizando as matrizes no PC-ORD4. Sendo considerados outliers as amostras com Cutoff > 2.0.

A variável galha foi mascarada para as duas análises de agrupamento e calculada uma matriz de distância com o índice de Distância Euclidiana Simples e gerado um dendrograma com Média de grupo (UPGMA) como tipo de agrupamento, estabelecendo-se o coeficiente cofenético de cada dendrograma.

Após as análises de agrupamento, foi realizada DCA no Pcord4 como análise de ordenação para verificar o tamanho do gradiente apresentado entre as amostras das matrizes.

Com o resultado da DCA menor que dois, nas duas análises, foi possível observar a linearidade dos dados e analisar os dados de ordenação por PCA (Análise de Componente Principal).

Para a PCA foram utilizadas as matrizes no Fitopac2.1 software, onde foram observados os índices de correlação das variáveis com os eixos, o percentual do valor acumulado nos três primeiros eixos e o percentual de variação esperada, o que corresponde ao modelo de vara quebrada.

Tabela 1. Massa (mg) das classes químicas presente nas ceras epicuticulares em espécies de *Croton*. 1 = *C. adamantinus*; 2 = *C. argyrophyllus*; 3 = *C. blanchetianus*; 4 = *C. glandulosus*; 5 = *C. grewoides*; 6 = *C. heliotropiifolius*; 7 = *C. urticifolius*.

Espécie	Ácido graxo	Álcool	Alcano	Galha
1	23,44	25,78	15,63	2
2	37,87	3,7	11,11	2
3	18,86	9,43	11,32	2
4	6,06	3,03	66,66	0
5	21,43	42,85	21,43	1
6	12,00	4,00	28,00	1
7	43,14	9,8	13,72	0

Tabela 2. Concentração de *n*-alcanos e ácidos graxos em espécies de *Croton* L. e suas intensidades de galhas. 1 = *C. adamantinus*; 2 = *C. argyrophyllus*; 3 = *C. blanchetianus*; 4 = *C. glandulosus*; 5 = *C. grewoides*; 6 = *C. heliotropiifolius*; 7 = *C. urticifolius*; S = espécie; G = galhas.

S	G	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33	C16:0	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1	C18:2	C20:0	C22:0	C24:0	C24:1
1	2	0	0	0	3,15	3,51	9,23	13,86	0	40,06	0	26,38	0	0	13,69	0	0	17,24	4,19	0	3,35	0	0	0
2	2	0	0	0	0	5,44	0	14,61	0	43,43	0	25,8	0	0	15,88	0	0	15,52	2,5	0	9,78	3,69	0	5,23
3	2	0	0	1,53	1,98	2,77	1,71	11,13	1,68	42,61	0	13,7	0	0	28,76	0	0	38,38	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1,97	0	10	1,82	40,21	1,74	21,99	0	8,08	0	0	9,55	5,11	0	4,02	5,64	0	2,73	1,83	3,27	0
5	1	0	0	1,18	1,53	3,12	2,15	13,68	6,11	45,66	1,79	18,24	0	0	14,16	0	3,16	13,24	10,43	6,03	3,72	0	0	5,7
6	1	0,68	1,11	1,4	1,47	3,33	1,52	4,26	1,58	23,51	3,39	35,94	1,83	5,99	43,01	0	0	56,98	0	0	0	0	0	0
7	0	2,67	0	0	0	3,52	0	5,56	0	21,86	0	24,32	0	0	11,7	0	0	10,02	0	0	0	0	0	11,89

Resultados

De acordo com as análises das matrizes, as amostras não apresentaram outliers, embora na análise de outlier da matriz da tabela 1 uma amostra tenha apresentado Cutoff > 2.0, mas foi considerado para as análises de agrupamento e de ordenação, uma vez que não ultrapassou muito o valor de Cutoff, apresentando *C. glandulosus* Cutoff = 2.18503.

A análise de agrupamento utilizando a Distância Euclidiana Simples para média de grupo UPGMA, apresentou correlação cofenética de 0,9046 (Figura 1), gerando um dendrograma no qual informa a formação de dois grandes grupos: um agrupando *C. adamantinus*, *C. blanchetianus* e *C. heliotropiifolius* e o segundo, agrupando *C.*

argyrophyllus e *C. urticifolius* (Figura 2). Foi possível observar que *C. argyrophyllus* e *C. urticifolius* são as amostras com maior similaridade, apresentando +px = 8,0 e *C. glandulosus* como sendo a amostra com maior distância do restante das amostras, com similaridade +dx = 56,0 de Distância Euclidiana Simples

Após o dendrograma ser gerado pela média de grupo UPGMA, foi possível colorir a variável galha, mostrando a influência dessa variável na formação dos grupos e semelhança do *C. adamantinus* e *C. blanchetianus*, sendo esta variável também importante para diferenciação do *C. argyrophyllus* do *C. urticifolius* no segundo grupo.

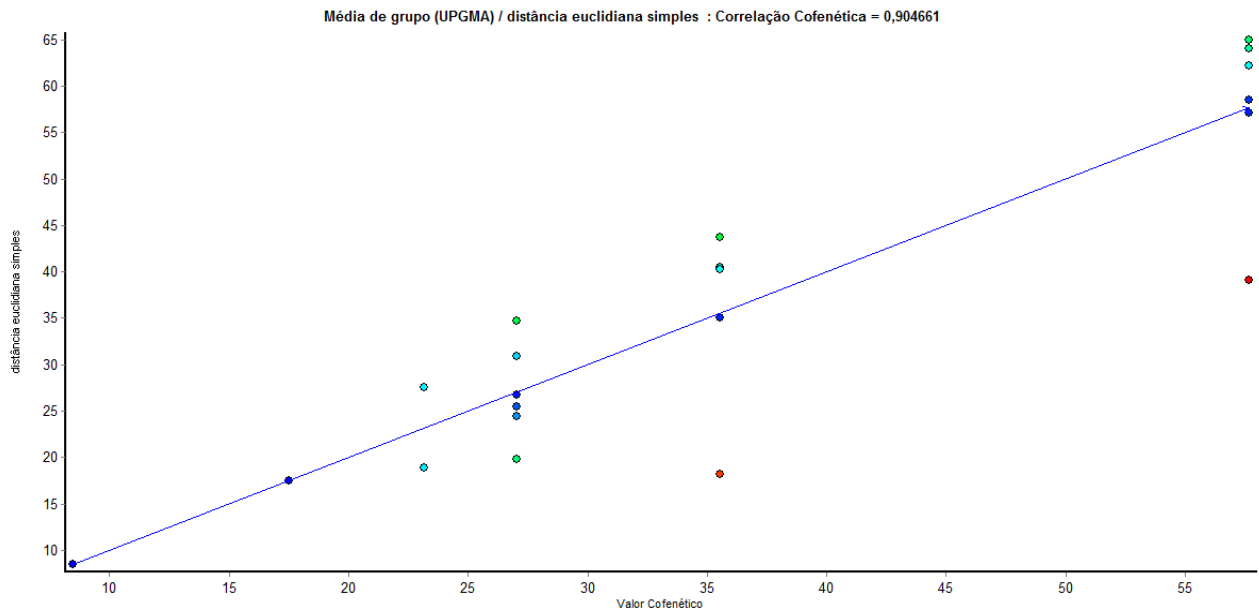


Figura 1. Correlação cofenética de 0,904661 por Média de grupo (UPGMA) do dendrograma, apresentando distância entre as amostras, de acordo com o índice de Distância Euclidiana Simples.

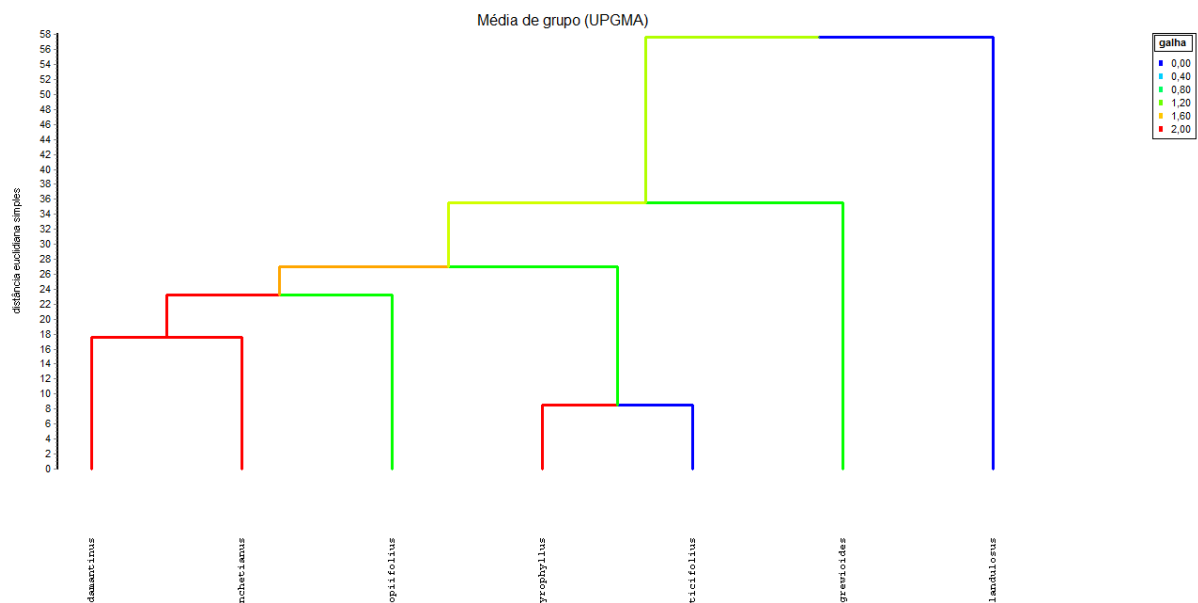


Figura 2. Dendrograma de Média do grupo (UPGMA), apresentando a similaridade entre as amostras de acordo com o índice de Distância Euclidiana Simples, relacionando a composição das classes químicas de cera epicuticular com a intensidade de galhas presentes em espécies de *Croton* (Euphorbiaceae): *C. adamantinus*, *C. argyrophyllus*, *C. blanchetianus*, *C. glandulosus*, *C. grewoides*, *C. heliotropifolius* e *C. urticifolius*.

Considerando a análise de agrupamento realizada na segunda a matriz, foi possível verificar, após gerar o dendrograma (Figura 3), que apenas ocorreu a formação de um grupo com a maior similaridade de $+px = 14,00$, enquanto *C. heliotropifolius* foi a amostra com maior distância de $+dx = 58,0$. A relação cofenética foi de

0,897077 (Figura 4). Quando a variável mascarada galha foi colorida, foi possível observar sua influência na formação deste grupo, estando presente também em *C. blanchetianus*, que não formou grupo aparente com nenhuma das outras amostras.

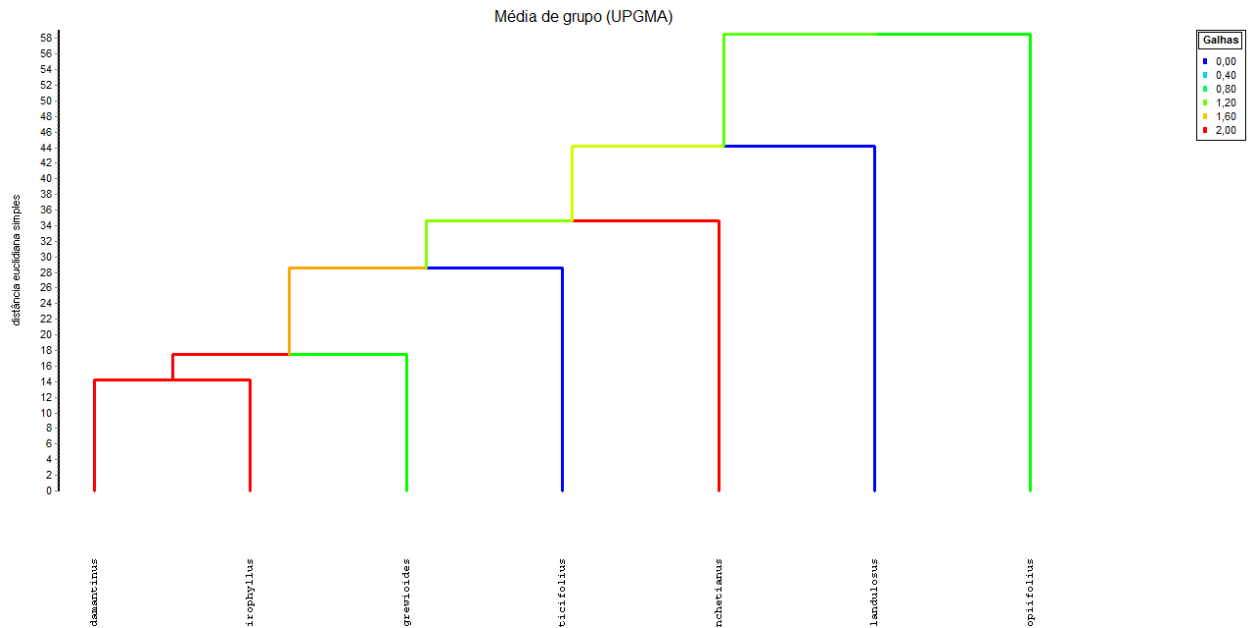


Figura 3. Dendrograma de média do grupo (UPGMA), apresentando o índice de similaridade entre as amostras de acordo com a distância Euclidiana Simples. *Croton adamantinus*, *C. argyrophyllus*, *C. blanchetianus*, *C. glandulosus*, *C. grewioides*, *C. heliotropifolius* e *C. urticifolius*.

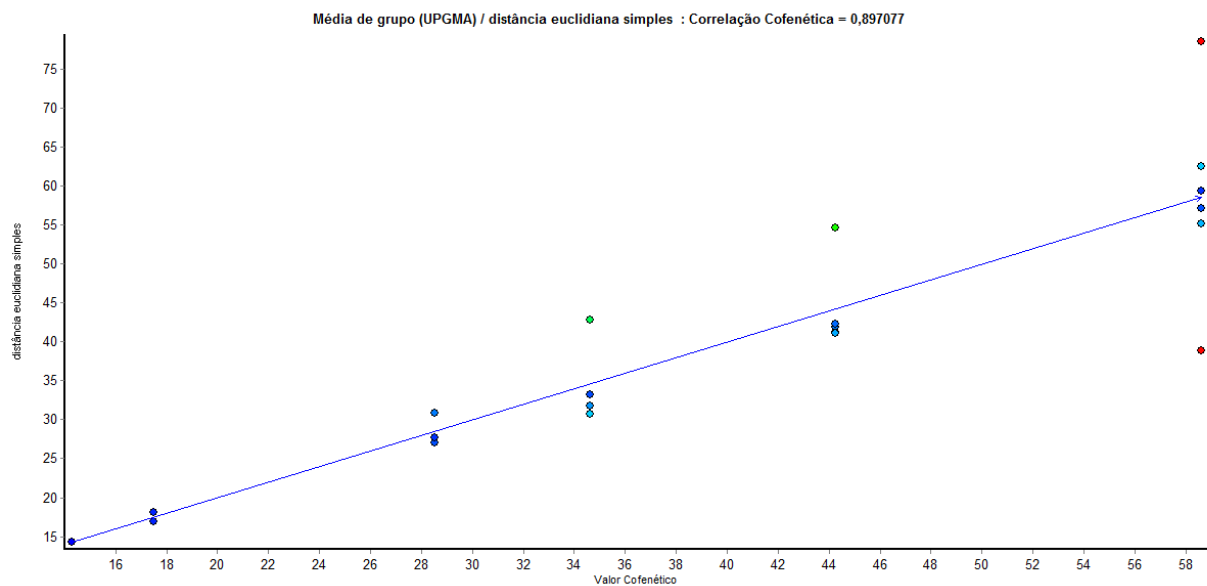


Figura 4. Correlação cofenética de 0,897077 por média de grupo (UPGMA) do dendrograma, apresentando o índice de similaridade entre as amostras de acordo com a distância Euclidiana Simples.

Foi realizada uma DCA no PCORD4 para verificar o tamanho do gradiente entre as amostras (tabela 1 e 2). Com resultado da DCA, foi obtido um gradiente de 1,022 e 1,622, respectivamente, ou seja, com tamanho das amostras inferior a dois, implicando assim que os dados são lineares, dessa forma a PCA constitui a análise de ordenação mais adequada (Figuras 5 e 6).

Com resultados da PCA na primeira análise, foi possível verificar que os dois primeiros eixos foram responsáveis por explicar cerca de 90% da análise, apresentando uma

variação acumulada de 100% para os três primeiros eixos, uma vez que a variável galha foi mascarada e restaram na matriz apenas três variáveis. Foi possível observar nos resultados da PCA que o percentual de variação dos eixos aproximou-se da variância acumulada da vara quebrada.

Com a análise do gráfico gerado pelo resultado da PCA (Figura 5), é possível observar que *C. blanchetianus* não sofre influência forte por nenhuma variável descrita, enquanto que as variáveis relacionadas ao eixo 1 (alcanos e ácidos

graxos) têm uma maior relação explicada (58,72%), indicando alta intensidade de galhas em *C. argyrophyllus* é bastante influenciada pela presença dos ácidos graxos.

A alta intensidade de galhas em *C. adamantinus* tende a ser influenciada por álcoois,

que também são responsáveis por explicar a baixa intensidade de galhas em *C. grewioides*, estando mais relacionada com o eixo 2, que explica 32,68% da análise.

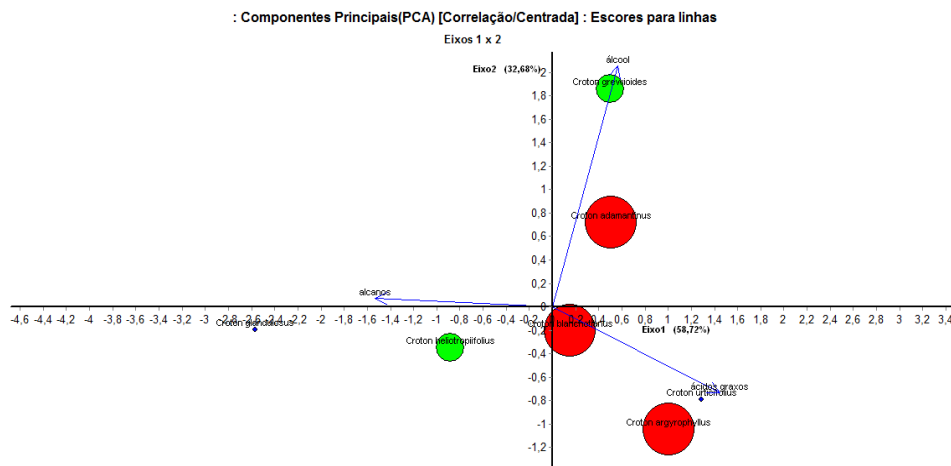


Figura 5. Resultado da Análise de Componente Principal (PCA) entre as classes de compostos químicos da cera epicuticular relacionando-as com a intensidade de galhas em *Croton* spp. (Euphorbiaceae), onde vermelho indica alta intensidade de galhas, verde, baixa intensidade de galhas e azul, ausência de galhas. *Croton adamantinus*, *C. argyrophyllus*, *C. blanchetianus*, *C. glandulosus*, *C. grewioides*, *C. heliotropiifolius* e *C. urticifolius*.

Com o resultado apresentado na primeira análise, foi direcionada a análise dos *n*-alcanos e dos ácidos graxos cuticulares foliares das espécies de *Croton*.

A PCA para a segunda análise de ordenação mostrou que os eixos 1 e 2 explicam aproximadamente 54% das amostras, apresentando a formação de um grupo que não evidencia a influência de nenhum *n*-alcanos ou ácido graxo específico da cera epicuticular foliar

na interação com inseto galhador e formação de galhas, no qual estão presentes as espécies de *Croton* que apresentam grande intensidade de galhas e a presença do *C. urticifolius*, que não apresenta formação de galha.

Das espécies que apresentam baixa intensidade de galhas, os *n*-alcanos C22, C32 e C33, ácido palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) influenciaram na baixa intensidade de galhas em *C. heliotropiifolius*.

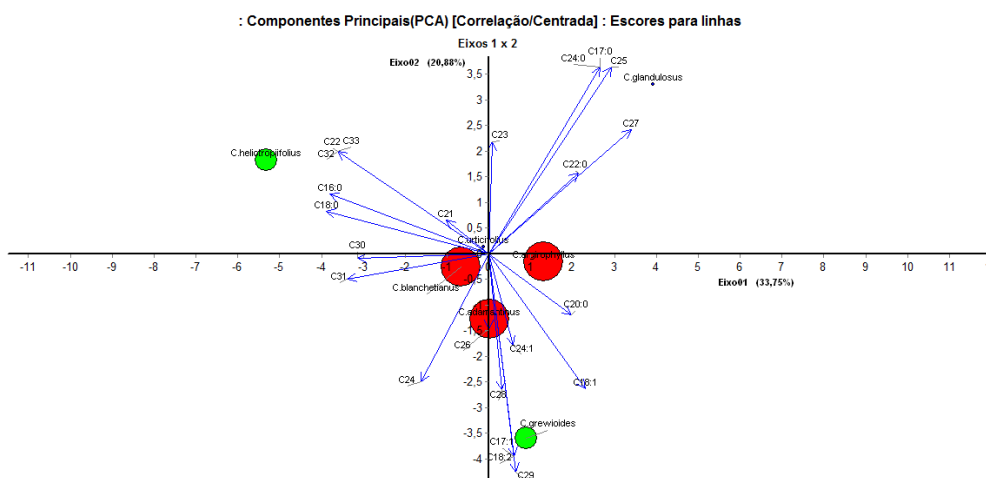


Figura 6. Gráfico ilustrando o resultado da Análise de Componente Principal (PCA) entre a intensidade de galhas com os *n*-alcanos e os ácidos graxos presentes nas ceras epicuticulares de espécies de *Croton* L.

(Euphorbiaceae), onde o vermelho significa elevada intensidade de galhas; o verde, baixa intensidade de galhas e o azul, ausências de galhas. *Croton adamantinus*, *C. argyrophyllus*, *C. blanchetianus*, *C. glandulosus*, *C. grewoides*, *C. heliotropiifolius* e *C. urticifolius*.

Discussão

Os dados encontrados corroboram com o visto por Li & Ishikawa (2006) num experimento em que a presença de n-alcanos e ácidos graxos em cera epicuticular de *Fallopia japonica* estimulava a oviposição de *Ostrinia latipennis*.

Embora Udayagiri & Mason (1997) também tenham verificado que n-C26, n-C27, n-C28, n-C29 e n-C33 tiveram significativos efeitos na estimulação de oviposição de *O. nubilalis*. Breeden et al. (1996) verificaram que n-alkanes (n-C25 e n-C32), 2-methyl (C28, C29, C30, C32), 3-methyl-isomers (C29 e C31) se mostraram bons estimulantes de oviposição.

A relação de baixa intensidade de galhas em *C. heliotropiifolius* associado aos ácidos graxos não corroborou com os resultados encontrados de Breeden et al. (1996), Grant et al. (2000), Parr et al. (1998), De Jesus et al. (2003) e Phelan et al. (1991), os quais verificaram que a presença de vários ácidos graxos alifáticos melhorava a oviposição.

A presença do ácido oleico, com significativa concentração em *C. grewoides*, pode ser um dos componentes que determine a reduzida formação de galhas nesta espécie, uma vez que, segundo Parr et al. (1998), altos níveis de ácido oleico, em uma mistura de ácidos graxos de cera epicuticular pode inibir a oviposição de insetos. Para Shepherd et al. (1999), tanto os ácidos graxos de cadeia curta, quanto os de cadeia longa podem estar associados à susceptibilidade das plantas aos insetos, mas a resistência existe em função da presença de ácidos graxos com média ou longas cadeias nas ceras epicuticulares.

Conclusão

A Análise dos Componentes Principais permitiu mostrar que existe um agrupamento das espécies que apresentam alta intensidade de galhas (*C. adamantinus*, *C. argyrophyllus* e *C. blanchetianus*), em função da semelhança química das ceras epicuticulares, mostrando serem mais definidos pelos ácidos graxos. Contudo, *C. urticifolius* apresenta-se inserido neste grupo, embora não contenha galhas.

Os álcoois foram responsáveis por explicar a maior relação da baixa intensidade de galhas em *C. grewoides*, embora a presença do C29, do C17:1 e do C18:2 também tiveram forte influência sobre a explicação do padrão de formação de galhas para esta espécie; enquanto os alcanos explicaram melhor a ausência de galhas

em *C. glandulosus*, dos quais o C25 e o C27 foram os alcanos que teve uma maior influência sobre esse padrão.

A baixa intensidade de galhas observada em *C. heliotropiifolius* pode ser explicada, principalmente, pela presença dos alcanos C22, C32 e C33 e dos ácidos graxos C16:0 e C18:0.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro para desenvolvimento da pesquisa. À Profa. Dra. Suzene Izidio, pela identificação das espécies e cessão do cromatógrafo gasoso para as análises cromatográficas.

Referências

- ABRAHAMSON, W. G.; MCCREA, K. D. 1986. The impacts of galls and gallmakers on plants. Proceeding of the Entomological Society of Washington, v. 88, n. 2, p. 364-367.
- ANDRADE, G. I. et al. 1995. Aspectos Biológicos das Galhas de *Tomopia* (Ia Rudolphi (Diptera: Tephritidae) em *Vernonia polyanthes* (Asteraceae). Rev. Brasil. Biol., n. 55, p. 819-829.
- BAKER, E. A. 1982. Chemistry and morphology of plant epicuticular waxes. In: CUTLER, D. F.; ALVIN, K. L.; PRICE, C. E. (Eds.). The plant cuticle. London: Academic Press., pp. 139-166.
- BARTHLOTT, W.; NEINHUIS, C.; CUTLER, D.; DITSCH, F.; MEUSEL, I.; THEISEN, I.; WILHELMI, H. 1998. Classification and terminology of plant epicuticular waxes. Botanical Journal of the Linnean Society, v. 126, p. 227-236.
- BREEDEN, D. C.; YOUNG, T. E.; COATES, R. M.; JUVIK, J. A. 1996. Identification and bioassay of kairomones for *Helicoverpa zea*. J. Chem. Ecol., v. 22, p. 513-539.
- CAATINGA. Disponível em: http://www.wwf.org.br/informacoes/questoes_ambientais/biomas/bioma_caatinga. Acesso em: 01/06/10.
- DE JESUS, L. R. A.; CALUMPANG, S. M. F.; MEDINA, J. R.; OHSAWA, K. 2003. Component fatty acids from green mango fruit surface

- stimulate oviposition of the mango pulp weevil, *Sternochetus frigidus*. Philipp. Agric. Sci., v. 86, p. 38-45.
- EIGENBRODE, S. D. 1996. Plant surface and insect behaviour. In: KERSTIENS, G. (ed.). Plant cuticles: an integrated functional approach. Bios Scientific Publishers, Lancaster, pp. 201-221.
- EIGENBRODE, S. D.; JETTER, R. 2002. Attachment to Plant Surface Waxes by an Insect Predator. Integrative and Comparative Biology, v. 42, p. 1091-1099.
- GRANT, G. G.; ZHAO, B.; LANGEVIN, D. 2000. Oviposition response of spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) to aliphatic carboxylic acids. Environ. Entomol., v. 29, p. 164-170.
- GUIMARÃES, L. A. C. 2006. O gênero *Croton* L. seção *cyclostigma* Griseb. e seção *luntia* (Raf.) G. L. Webster (Euphorbiaceae) ocorrentes na Amazônia brasileira. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém-PA.
- LI, G.; ISHIKAWA, Y. 2006. Leaf epicuticular wax chemicals of the Japanese knotweed *Fallopia japonica* as oviposition stimulants for *Ostrinia latipennis* Journal of Chemical Ecology, v. 32, n. 3, p. 595-604.
- LICHSTON, J. E.; GODOY, S. A. P. 2006. Morfologia e teor de cera de folhas de café após aplicação de fungicida. Pesq. agropec. bras., v. 41, n. 6, p. 919-926.
- MANI, M. S. 1964. Ecology of plant galls. W. Junk. The Hague. Netherlands. 434p.
- MAIA, V. C.; FERNANDES, G. W. 2004. Insect galls from Serra de São José. Braz. J. Biol., v. 64, p. 423-445.
- OLIVEIRA, A. F. M.; MEIRELLES, S. T.; SALATINO, A. 2003. Epicuticular waxes from caatinga and cerrado species and their efficiency against water loss. An. Acad. Bras. Ciênc., v. 75, n. 4, p. 431-439.
- OLIVEIRA, D. C.; CHRISTIANO, J. C. S.; SOARES, G. L. G.; ISAIAS, R. M. S. 2006. Reações de defesas químicas e estruturais de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. (Fabaceae) à ação do galhador *Euphalerus ostreoides* Crawf. (Hemiptera: Psyllidae). Revista Brasileira de Botânica, v. 29, n. 4, p. 657-667.
- PALMEIRA JÚNIOR, et al. 2006. Constituintes químicos das folhas e caules de *Croton sellowii* (Euphorbiaceae). Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 16, n. 3, p. 01-05.
- PARR, M. J.; TRAN, B. M. D.; SIMMONDS, M. S. J.; KITE, G. C.; CREDLAND, P. F. 1998. Influence of some fatty acids on oviposition by the bruchid beetle, *Callosobruchus maculatus*. J. Chem. Ecol., v. 24, p. 1577-1593.
- PHELAN, P. L.; ROELOFS, W. L.; YOUNGMAN, R. R.; BAKER, T. C. 1991. Characterization of chemicals mediating ovipositional host-plant finding by *Amyelois transitella* females. J. Chem. Ecol., v. 17, p. 599-613.
- SÁTIRO, L. N.; ROQUE, N. 2008. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio. Acta Bot. Bras., n. 01, p. 99-118.
- SCARELI-SANTOS, C.; VARANDA, E. M. 2007. Estudo Morfológico das Galhas Foliaves de *Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae). Revista Brasileira de Biociência, v. 5, supl. 1, p. 735-737.
- SHEPHERD, T.; ROBERTSON, G. W.; GRIFFITHS, D. W.; BIRCH, A. N. E.; DUNCAN, G. 1995. Effects of environment on the composition of epicuticular wax from kale and swede. Phytochemistry, v. 40, p. 407-417.
- SHEPHERD, T.; ROBERTSON, G. W.; GRIFFITHS, D. W.; BIRCH, A. N. E. 1999. Epicuticular wax composition in relation to aphid infestation and resistance in red raspberry (*Rubus idaeus* L.). Phytochemistry, v. 52, p. 1239-1254.
- SILVA, J. S.; SALES, M. F.; CARNEIRO-TORRES, D. S. 2009. O gênero *Croton* (Euphorbiaceae) na microrregião do vale do Ipanema, Pernambuco, Brasil. Rodriguésia, v. 60, n. 4, p. 879-901.
- SILVA, S. C. L. 2005. Galhas entomógenas em *Miconia prasina* (Melastomataceae) em fragmentos de Mata Atlântica Nordestina. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco.
- UDAYAGIRI, S.; MASON, C. E. 1997. Epicuticular wax chemicals in *Zea mays* influence oviposition in *Ostrinia nubilalis*. J. Chem. Ecol., v. 23, p. 1675-1687.

