

ISABELA VIEIRA DOS SANTOS

**ESTUDO DAS INTERAÇÕES PLANTA-HERBÍVORO EM
Laguncularia racemosa (L.) GAERTEN (COMBRETACEAE) NO
MANGUEZAL DE MARACAÍPE, IPOJUCA, PE.**

RECIFE

2006

ISABELA VIEIRA DOS SANTOS

ESTUDO DAS INTERAÇÕES PLANTA-HERBÍVORO EM
***Laguncularia racemosa* (L.) GAERTEN (COMBRETACEAE) NO**
MANGUEZAL DE MARACAÍPE, IPOJUCA, PE.

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Biologia Vegetal
da Universidade Federal de
Pernambuco como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título de
Mestre em Biologia Vegetal.

Orientadora: Prof^a Dr^a Jarcilene S. Almeida-Cortez

RECIFE

2006

Santos, Isabela Vieira dos
Estudo das interações planta-herbívoro em *Laguncularia racemosa* (L.)
Gaerten (combretaceae) no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE. / Isabela
Vieira dos Santos. – Recife: O Autor, 2006. 77 folhas. il., fig., tab.,
gráf.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB.
Ciências Biológicas – Biologia Vegetal, 2006.

Inclui bibliografia.

1. Planta-herbívoro 2. *Laguncularia racemosa*. 3. Combretaceae.

I. Título.

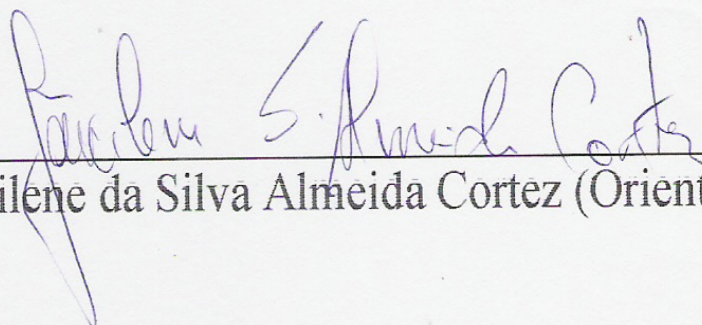
582 CDU (2.ed.) UFPE

580 CDD (22.ed.) CCB 058

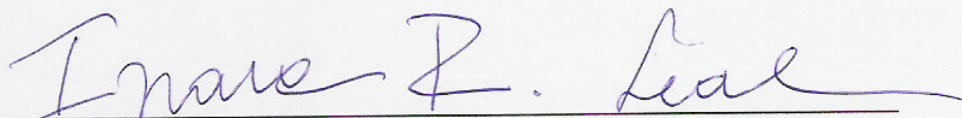
ISABELA VIEIRA DOS SANTOS

“Estudo das Interações Planta Herbívoro em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerten (Combretaceae) em Um Manguezal do Estuário do Rio Maracaípe”

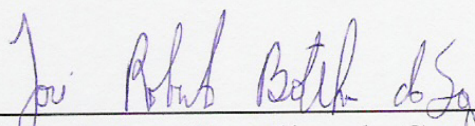
BANCA EXAMINADORA:



Profª. Dra. Jarcilene da Silva Almeida Cortez (Orientadora)-UFPE



Profª. Dra. Inara Roberta Leal - UFPE



Profº. Dr. José Roberto Botelho de Souza - UFPE

**Dedico esta dissertação ao meu grande amor,
Carlos Eduardo, pelo apoio e incentivo na
concretização deste sonho.**

Agradecimentos

Ao Senhor Jesus Cristo por me iluminar em tudo o que faço, sempre;

Ao meu noivo Carlos pela paciência e apoio em todas as minhas decisões e pelo seu eterno amor e carinho que tanto me preenche;

Aos meus pais por terem me dado à vida e, em especial, à minha mãe;

À minha irmã Flávia por ser sempre tão amiga;

À Prof^o Verônica Genevouis por tudo o que fez por mim e por indiretamente ter facilitado a minha vinda para Recife;

À minha orientadora Jarcilene (Jarcy) por ser acima de tudo tão amiga e compreensiva, por ter me aceitado como mestranda, uma “maranhense desconhecida”;

À minha amiga irmã Nelma que mesmo distante me ajudou pelo simples fato de me dar a certeza da sua amizade;

À André, Felipe, Pati, Laís, Sheila, Nicole, Arê, Fernanda, Bruno, Tarsila, Dan, Cris pelo apoio, amizade e ajuda seja durante as coletas seja nas infundáveis contagens das galhas, ou mesmo, pelas prazerosas horas descontraídas de bate-papo;

Ao Prof^o José Roberto Botelho pelas trocas de idéias e sugestões;

Ao Júlio Monteiro pela ajuda nas análises da fitoquímica e à Prof^a Elba Cavalcante por ter nos cedido o laboratório de Química Farmacêutica, Departamento de Farmácia/UFPE;

Ao Prof^o Paulo Cavalcante por permitir o uso do laboratório de Geoquímica Ambiental, Departamento de Oceanografia e Limnologia/UFMA;

Ao Prof^o Manoel Guedes do laboratório de Acarologia, Departamento de Agronomia/UFRPE pela identificação do ácaro;

Ao Prof^o Marcelo Guerra por disponibilizar o microscópio com câmara acoplada para as fotografias dos ácaros;

E à CAPES pela concessão da bolsa de mestrado, possibilitando o desenvolvimento desse trabalho.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Classificação granulométrica do sedimento das parcelas nos períodos de estiagem e chuvoso (2004/2005) acompanhado da porcentagem de fração sedimentar mais abundante no Manguezal de Maracaípe, Pernambuco.....27

Tabela 2: Valores significativos do teste Anova two-ways do total do número de galhas em *Laguncularia racemosa* entre as parcelas amostradas para cada mês estudado (2004/2005) no manguezal de Maracipe, Pernambuco.....28

Capítulo 2

Tabela 1. Tratamento estatístico (teste G) aplicado entre os valores de área total e área consumida pelo herbívoro mastigador nas folhas de *Laguncularia racemosa* nas categorias: folha exclusivamente consumida e folha consumida e com galha para cada mês amostrado (2004-2005) no manguezal de Maracaípe, PE.....54

Tabela 2. Concentração de fenóis totais (mg) em folhas de *Laguncularia racemosa* nas seguintes situações: folha galhada, folha consumida, folha consumida e com galha, coletadas em agosto 2005, no manguezal de Maracaípe, Pernambuco.....55

Tabela 3. Concentração de fenóis totais (mg) em folhas de *Laguncularia racemosa* nas seguintes categorias: folha sadia 1 (amostradas de indivíduos com baixa infestação) e folha sadia 2 (proveniente de indivíduos altamente infestados), coletadas em agosto 2005, no manguezal de Maracaípe, Pernambuco.....56

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Mapa do Estado de Pernambuco. Em evidência o município de Ipojuca.....	30
Figura 2. Foto aérea do estuário de Maracaípe, Ipojuca, PE, evidenciando as parcelas delimitadas. Escala: 1: 6000.	31
Figura 3. Altura média dos indivíduos de <i>Laguncularia racemosa</i> em cada parcela no manguezal de Maracaípe, Pernambuco.....	32
Figura 4. Teores em porcentagem de matéria orgânica e umidade do sedimento de cada parcela nos períodos de estiagem e chuvoso (2004/2005) no manguezal de Maracaípe, Pernambuco.....	33
Figura 5. Valores de salinidade (ppt) encontrados para cada parcela nos períodos de estiagem e chuvoso (2004/2005) no manguezal de Maracaípe, Pernambuco.....	34
Figura 6. Médias térmicas e de precipitação durante o período de realização do estudo (2004/2005) para o manguezal de Maracaípe, Pernambuco.....	35
Figura 7. Folhas galhadas de <i>Laguncularia racemosa</i> . A- folha jovem com galhas no início do desenvolvimento; B- folha adulta contendo galhas em estágio mais avançado do desenvolvimento; C- face adaxial mostrando as galhas completamente formadas e D- face abaxial com as galhas já desenvolvidas.....	36
Figura 8. Galha foliar de <i>Laguncularia racemosa</i> . A- corte longitudinal estando em evidência o espaço interno da galha; B- corte transversal da galha.....	37
Figura 9. Distribuição espacial da galha nas folhas de <i>Laguncularia racemosa</i> , N = 240 nos períodos de estiagem e chuvoso (2004/2005) no manguezal de Maracaípe, Pernambuco.....	38
Figura 10. Número médio de galhas encontradas em folhas de <i>Laguncularia racemosa</i> para cada mês de amostragem (2004/2005) no manguezal de Maracipe, Pernambuco.....	39
Figura 11. Ácaro (Eriophyidae, Tribo: Eriophyini, Nalepa), indutor da galha foliar em <i>Laguncularia racemosa</i> ocorrente no manguezal de Maracaípe, Pernambuco. Em (A) uma foto de microscopia e em (B) um desenho esquemático.....	40

Capítulo 2

Figura 1. Mapa do Brasil, do Estado de Pernambuco evidenciado em amarelo o município de Ipojuca onde está localizado o manguezal de Maracaípe e foto aérea do estuário.....	58
Figura 2. Porcentagem de área foliar perdida pela herbivoria na folha consumida (●) e na folha consumida e com galha (□) ao longo de doze meses de estudo (2004/2005) no manguezal de Maracaípe, Pernambuco (*P <0,05).....	59
Figura 3. Número total de galhas encontrado na folha consumida e com galha (■) e na folha galhada (●) da espécie <i>Laguncularia racemosa</i> ao longo de doze meses de observação (2004/2005) no manguezal de Maracaípe, Pernambuco.....	60

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
SUMÁRIO	IX
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	02
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	05
4.1 CAPÍTULO 1 – Galha induzida por ácaro em <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaerten (Combretaceae)	08
4.2 CAPÍTULO 2 – Galhas em <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaerten (Combretaceae): competidoras ou facilitadoras?	41
5. CONCLUSÕES	61
6. RESUMO GERAL	63
7. GENERAL ABSTRACT	64
8. ANEXOS	66

Introdução

As galhas são consideradas como um tipo de herbivoria que infesta uma grande diversidade de espécies de plantas (STRONG, LAWTON e SOUTHWOOD, 1984). Elas se caracterizam por serem uma transformação atípica de tecido e órgão vegetal, resultante da hiperplasia e/ou hipertrofia de células, tecidos ou órgãos de plantas, podendo ser causadas por bactérias, fungos, nematódeos, insetos e ácaros (FERNANDES, 1987). Sabe-se que a herbivoria e os mecanismos que a cercam, como por exemplo, competição interespecífica entre fitófagos, pode comprometer o fitness da planta (CRAWLEI, 1983). Dessa forma, estudar os aspectos ecológicos da herbivoria é de fundamental importância para a compreensão das dinâmicas populacionais e de comunidade de uma determinada área (DENNO *et al.* 1995). A indução de algum tipo de resposta nas plantas devido à herbivoria está muito bem documentada para as espécies vegetais de regiões temperadas (KARBAN e BALDWIN, 1997). No entanto, pouco se sabe a respeito deste tipo de defesa em plantas de ecossistemas tropicais, como por exemplo, os manguezais.

O manguezal possui uma série de características particulares que o distingue facilmente de outros ecossistemas. Ocupa principalmente as regiões tropicais do mundo, ocorrendo entre o ambiente terrestre e o oceânico, apresenta inundações periódicas pela água do mar, ocasionando variações diárias na salinidade (KJERFVE *et al.* 2002). É formado por espécies halofitas, vivíparas, que juntamente com o sedimento lamoso do mangue ajuda a previr contra a erosão costeira e retém grande parte de resíduos tóxicos provenientes do continente. Possui uma alta taxa de produtividade que vai suprir uma variedade de organismos pelágicos residentes na plataforma continental (SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRON, 1986).

Esta dissertação está dividida em dois capítulos, os quais abordam os aspectos ecológicos que envolvem uma galha induzida por ácaro em uma planta típica de manguezal e a sua interação com herbívoros mastigadores. O primeiro capítulo aborda a caracterização e descrição da galha ocorrente em *Laguncularia racemosa* (Combretaceae) relacionando o grau de infestação com a sazonalidade ao longo de doze meses de estudo e, ainda, descrições a respeito do indutor. O segundo capítulo é dedicado a analisar sob o ponto de vista ecológico e químico as implicações da interação interespecífica entre a galha e herbívoros mastigadores de folha em *L. racemosa*.

Revisão da Literatura

Os manguezais são ecossistemas restritos aos litorais tropicais e subtropicais e se desenvolvem na zona entre marés, localizando-se na desembocadura de rios, ficando sujeito ao regime de marés (TOMLINSON, 1986). Segundo KJERFVE, PERILLO e GARDNER *et al.* (2002), na Costa Brasileira entre São Caetano de Odivelas ao sul da desembocadura do Rio Amazonas e a Baía de São Marcos (MA), estão a maior área contínua de manguezais do mundo, estimada em 8.900 Km². O Estado de Pernambuco apresenta uma das menores faixas litorâneas da costa brasileira e, como consequência, suas áreas estuarinas são bastante reduzidas (SCHULER, ANDRADE e SANTOS, 2000). De acordo com COELHO e TORRES (1982), em Pernambuco, essas áreas ocupavam 25.040 ha dos quais 17.372 ha eram de manguezais.

O ecossistema manguezal possui variações de salinidade, ocasionadas pela entrada diária da água do mar, substrato lamacento com baixo teor de oxigênio, decorrente da alta taxa de decomposição feita pelas bactérias na quimiossíntese (REBELO e MEDEIROS, 1988). As florestas de mangue são constituídas por plantas halófitas, dominadas por espécies arbóreas, com desenvolvimento ótimo próximo ao Equador (SENNA e ABY, 2003). De acordo com CASTRO, AMARO e VITAL (2003), os manguezais estão entre os ecossistemas mais agredidos e dentre os mais susceptíveis do nosso litoral pois, sob o pretexto de serem áreas improdutivas, focos de doenças e mosquitos, estão sendo destruídos, desmatados e aterrados.

O estudo da estrutura vegetal revela, além da composição das espécies presentes no manguezal, o seu desenvolvimento, nível de degradação e os principais fatores que afetam o ecossistema (MOCHEL e COSTA, 1996). Dessa forma, a caracterização estrutural da vegetação, incluindo uma análise das folhas, levando em consideração as interações existentes entre estas e seus herbívoros, constitui valiosa ferramenta no que concerne à resposta desse ecossistema às condições ambientais, bem como aos processos de alteração do meio ambiente, auxiliando, assim, nos estudos e ações que objetivem a sua conservação (SOARES 1999, SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRON 1986).

O Manguezal exporta a maioria dos seus produtos primários para as águas costeiras adjacentes na forma de detritos vegetais (ODUM, 1988). Herbivoria em manguezal pode causar um significativo decréscimo na produtividade, logo, medidas da sua intensidade e dos fatores envolvidos em seu controle são importantes para a compreensão e a gerência das áreas de mangue (JOHNSTONE, 1981). Dentre os trabalhos relacionados com a herbivoria

em áreas de manguezais destacam-se: STOWER (1994), JOHNSTONE (1981), SAUR, IMBERT e ETIENNE *et al.* (1999). No entanto, de forma geral, ainda são poucos os estudos voltados para esse assunto, mas, os poucos dados existentes demonstram que a fisiologia particular dessas plantas afeta as estratégias anti-herbívoras e as características químicas foliares como os taninos, fibras totais, carboidratos são intimamente associados com essas estratégias (LACERDA, JOSÉ e REZENDE, 1986).

De acordo com CRAWLEY (1983), a sobrevivência, o crescimento, a reprodução dos indivíduos, e consequentemente a abundância das populações vegetais são influenciadas pela herbivoria. Estima-se que, em média, mais de 10% da produção vegetal em ecossistemas naturais é consumida anualmente pelos herbívoros (COLEY, BRYANT e CHAPIN, 1985). Os insetos fitófagos podem explorar as plantas, de diferentes formas: alimentando-se externamente, por sucção de células individuais ou do sistema vascular da planta, cortando e mastigando os tecidos vegetais, escavando o interior da planta e ainda induzindo galhas (STRONG, LAWTON e SOUTHWOOD, 1984).

As galhas são caracterizadas como modificações atípicas de tecido e órgão vegetal. Sob o aspecto morfológico, as galhas são resultados da hiperplasia e/ou hipertrofia de células, tecidos ou órgãos de plantas. São encontradas em todas as partes das plantas, desde a extremidade da raiz até as gemas apicais do caule, nos órgãos vegetativos e reprodutivos MANI (1964), FERNANDES (1986). Estas estruturas podem ser causadas por uma diversidade de organismos como bactérias, fungos, ácaros, nematódeos e insetos. Destes, os mais comuns são os dípteros e himenópteros (FERNANDES e MARTINS, 1985; FERNANDES, 1987). De uma maneira geral, podemos dizer que tanto a forma quanto o tamanho dessas galhas podem mudar em função da especificidade dos indutores (ROHFRITSH e SHORTHOUSE, 1982).

Apesar de se ter conhecimento de ácaros como indutores de galhas, poucos são os trabalhos que descrevem esta interação: WESTPHAL, DREGER e BRONNER (1990), WESTPHAL, DREGER e BRONNER (1991), WESTPHAL, PERROT-MINNOT e KREITER *et al.* (1992) e OZMAN e GOOLSBY (2005). Os ácaros são mais popularmente conhecidos por causarem grandes danos como verdadeiras pragas agrícolas ou por infestarem plantas ornamentais, principalmente os ácaros da família Eriophyidae (MURRAY, 2004). Essa família se caracteriza por apresentar os menores ácaros fitófagos com o comprimento médio do corpo variando entre 0,15 e 0,3 mm (KEIFER, BAKER e KONO *et al.* 1982). Possuem apenas 2 pares de patas próximas à cabeça e suas quelíceras são em forma de estiletes. A maioria é específica a determinadas espécies de plantas hospedeiras e podem

causar nestas algumas injúrias como galhas, eríneas e desfoliação (AHSIHARA, KONDO e SHIBAO *et al.* 2004).

Acreditava-se que a competição interespecífica era um tipo de interação fraca ou não freqüente para influenciar qualquer dinâmica populacional ou estrutura de comunidades de insetos fitófagos (STRONG, 1982). No entanto, trabalhos mais recentes, baseados em estudos experimentais, têm demonstrado competição como sendo uma força reguladora importante em ecologia de populações e comunidades de insetos herbívoros do (DENNO, MCCLURE e OTT, 1995). Ainda segundo os mesmos autores, competição entre insetos fitófagos é provavelmente tão comum quanto em outros taxa, ocorrendo em 76% dos casos estudados. Diversos trabalhos têm tratado de interação interespecífica entre uma grande variedade de herbívoros, dentre os quais podemos citar FRITZ (1990), DENNO *et al.* (2000) e GOMÉZ e GONZÁLEZ-MEGÍAS (2002).

O efeito da ação de dois herbívoros em uma planta hospedeira, de acordo com STRAUS (1991), pode se dar de duas maneiras: (1) a presença de um herbívoro facilita a ação do outro, no qual essa atividade em conjunto torna-se fisiologicamente mais estressante para a planta (efeito aditivo) ou (2) a alimentação de uma espécie diminui o desempenho da outra, seja por competição interespecífica, seja por desencadear na planta hospedeira uma defesa induzida.

Referências Bibliográficas

- AHSIHARA, W., KONDO, A., SHIBAO, M., HIROSHI, T., HIEHATA, K.; IZUMI, K. Ecology and control of eriophyid mites injurious to fruit trees in Japan. *Jarq* v. 38, n. 1, p.31-41. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6023. Informação e documentação: referências - elaboração*. Rio de Janeiro: ABNT, ago. 2002.
- CASTRO, A. F. de., AMARO, V. E.; VITAL, H. Desenvolvimento de um banco de dados geográficos em um ambiente SIG e sua aplicação na elaboração de mapas de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo em áreas costeiras do Estado do Rio Grande do Norte. In: XI SBSR, 2003, Belo Horizonte, Brasil, INPE, *Anais...* p. 1533-1540. 2003.
- COELHO, P. A.; TORRES, F. A. Áreas estuarinas de Pernambuco. *Trab. Oceanog. Univ. Federal de Pernambuco*, v. 17, p. 67-80. 1982.
- COLEY, P. D., BRYANT, J. P.; CHAPIN III, F. S. Resource availability and plant antiherbivory defense. *Science* v. 230, n. 4728, p. 895-899. 1985.
- CRAWLEY, M. J. *Herbivory: the dynamics of animal-plant interactions*. Blackwell. 1983.
- DENNO, R. F., MCCLURE, M. S.; OTT, J. R. Interspecific interactions in phytophagous insects. *Annual Review of Entomology* v. 40. p. 297-331. 1995.
- DENNO, R. F., PETERSON, M. A., GRATTON, C., GHENG, J., LANGELLOTTI, G. A., HUBERTY, A. F.; FINK, D. L. Feeding-induced changes in plant quality mediate interspecific competition between sap-feeding herbivores. *Ecology*. v. 81, p. 1814-1827. 2000.
- FERNANDES, G.W.; MARTINS, R.P. Tumores de plantas as galhas. *Revista Ciência Hoje*. v. 4, n. 19, p. 59-64. 1985.
- FERNANDES, G.W. *Ecologia evolutiva de galhas de insetos: teoria e prática*. Brazilian Embassy. Sector of Science and Technology. Washinton, DC, 50p, 1986.
- FERNANDES, G.W. Gall forming insects: their economic importance and control. *Revista Brasileira de Entomologia. Revista Ciência Hoje*.v. 31, n. 3, p. 379-398. 1987.
- FRITZ, R. S. Variable competition between insect herbivores on genetically variable host plants. *Ecology*, v. 71, n. 3, p. 2008-2011. 1990.
- GOMÉZ, J. M.; GONZÁLEZ-MEGÍAS, A. Asymmetrical interactions between ungulates and phytophagous insects: being different matters. *Ecology* v. 83, n.1. p. 203-211. 2002.
- JOHNSTONE, I. M. Consumption of leaves by herbivores in mixed mangrove stands. *Biotropica* v. 13, p. 252-259. 1981.

- KARBAN, R.; BALDWIN, I.T. *Induced responses to herbivory*. Chicago University Press, Chicago, 1997.
- KEIFER, H. H., BAKER, E. W., KONO, T., DELFINADO, M.; STYER, W. E. *An Illustrated Guide to Plant Abnormalities Caused by Eriophyid Mites in North America*. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Agriculture Handbook Number. p. 178. 1982.
- KJERFVE, B., PERILLO, G. M., GARDNER, L. R., RINE, J. M., DIAS, G. T. M.; MOCHEL, F. R.. Morphodynamics of muddy environments along the Atlantic coasts of North and South America In: *Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Functions*. 1 ed. Amsterdam, Elsevier Science, v. 1, p. 479-532. 2002
- LACERDA, L. D de., JOSÉ, D. V., REZENDE, C. E de., FRANCISCO, M. C. F., WASSERMAN, J. C.; MARTINS, J. C. Leaf Chemical Characteristics Affeting Herbivory in a New World Mangrove Forest. *Biotropica*. v. 18, n. 4, p. 350-355, 1986.
- MANI, M. S. *The ecology of plant galls*. Junk, the Hague. 1964.
- MURRAY, T. Garden Friends and Foes: Eriophyid Mites. Washington State University, Whatcom County Extension. Disponível em: <<http://whatcom.wsu.edu/ag/homehort/pest/eriophyd.htm>>. Acesso em: 05/09/2005
- ODUM, E. P. *Ecologia*. Ed. Guanabara, Rio de Janeiro. 1988.
- PRICE, P. Plant vigor hypotheses and herbivore attack. *Oikos* v. 62. p. 244-251. 1991.
- SAUR, E., IMBERT, D., ETIENNE, J.; MIAN, D. Insect herbivory on mangrove leaves in Guadeloupe: effects on biomass and mineral content. *Hydrobiologia* v. 413, p. 89-93. 1999.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. *Guia para estudos em áreas de manguezal: Estrutura, função e flora*. São Paulo: Caribbean Ecological Research; 150 p. 1986.
- SCHULER, C. A. B., ANDRADE, V. C. de.; SANTOS, D. S. O manguezal: composição e estrutura. In: BARROS, H. M., ESKINAZI-LEÇA, E., MACEDO, S. J.; LIMA, T. *Gerenciamento participativo de estuários e manguezais*. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 2000.
- SENNA, C. S. F.; ABSY, M. L. Paleoecologia In: Fernandes, M.E.B (Org.). *Os manguezais da Costa Norte Brasileira*. Maranhão: Fundação Rio Bacanga, 2003.
- STRAUSS, S. Y. Direct, indirect, and cumulative effects of three native herbivores on a shared host plant. *Ecology* v. 72, p.543-558. 1991.
- STRONG, D. R. Harmonious coexistence of hispine beetles on *Heliconia* in experimental and natural communities. *Ecology* v. 77, p. 2212-2218. 1982.

STRONG, D. R., LAWTON, J. H.; SOUTHWOOD, T. R. E. *Insects on plants*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA. 1984.

CAPÍTULO 1

Galha induzida por ácaro em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerten (Combretaceae)

Manuscrito a ser enviado para o periódico Estuarine and Coastal and Shelf Science

Galha induzida por ácaro em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerten (Combretaceae)

Isabela V. dos Santos ^{a,*}, Jarcilene S. Almeida-Cortez^b

^a*Departamento de Botânica, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Profº Moraes Rêgo, s/n, Cidade Universitária, 50670-901 – Recife, Pernambuco, Brasil;* ^b*Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Profº. Moraes Rêgo, s/n, Cidade Universitária, 50670-901 – Recife, Pernambuco, Brasil; * Autor para correspondência (e-mail: isabelaic@gmail.com)*

Resumo

As galhas se caracterizam por serem uma transformação atípica de tecido e/ou órgão vegetal, podendo ser causada por ácaros, fungos, nematódeos, insetos, dentre outros. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a galha foliar ocorrente em *Laguncularia racemosa* (Combretaceae), verificando a influência da sazonalidade na demografia da mesma, em uma área do município de Ipojuca, PE. O manguezal de Maracaípe foi dividido em seis parcelas (30 x 30 m) levando-se em consideração a proximidade com a foz do estuário, as quais apresentavam um sedimento predominantemente arenoso. Foram realizadas excursões mensais a campo de novembro/2004 a outubro/2005, para coletar 40 folhas com galhas do 2º ou 3º par de folhas expostas ao sol, da espécie em estudo, em cada parcela. Foram, ainda, coletadas 40 folhas sadias do 2º ou 3º par de folhas expostas ao sol, por parcela, nos meses de janeiro (época seca) e julho (época chuvosa) a fim de comparar as áreas foliares entre estas e as folhas galhadas. A galha foliar induzida pelo ácaro (Acari, Eriophyidae, Eriophyini) em *L. racemosa*, atravessa ambas as faces foliares, tem coloração esverdeada, formato arredondado e tamanho médio de comprimento e altura de $1,5 \pm 0,23 \times 1,0 \pm 0,14$ mm, respectivamente. Foi encontrada em média $35 \pm 4,4$ (N = 45 galhas) indivíduos adultos e juvenis por galha. Foi observada uma tendência preferencial do ácaro em induzir galha próxima ao ápice foliar. Os ácaros tendem a se deslocar em grupos em direção ao ápice do ramo em que se encontram para induzirem novas galhas em folhas jovens, por estas serem mais tenra. A comparação da área foliar entre as folhas galhada e sadia só apresentou diferença significativa para a estação chuvosa sendo a folha galhada com menor área. Neste mesmo período, o número de galhas encontrado é significativamente menor, talvez como uma consequência da maior produção de folhas nesta época do ano e/ou pelo comprometimento da locomoção dos ácaros (geralmente através do vento) por causa das chuvas. Em geral as áreas mais próximas à foz do estuário apresentaram significativamente menos galhas que as mais distantes. As observações feitas são de grande relevância, pois, enquanto considerável atenção tem sido dada para estudo com galhas entomógenas, poucos são os trabalhos que têm investigado os aspectos ecológicos da galha induzida por ácaro.

Palavras-Chaves: Eriophyidae, Herbivoria, Interação planta-herbívoro, Manguezal.

1. Introdução

Galhas se caracterizam por serem uma transformação atípica de tecido e órgão vegetal, em consequência de hiperplasia e/ou hipertrofia de células, tecidos ou órgãos de plantas, podendo ser induzidas por uma grande variedade de organismos, como bactérias, fungos, nematódeos, insetos e ácaros (Fernandes, 1987). Segundo Fernandes & Martins (1985), as galhas são mais comumente induzidas por insetos, principalmente dípteros e himenópteros. A literatura é rica em trabalhos que abordam esta interação, principalmente sob o ponto de vista descritivo (Fernandes et al., 1997/2001; Golçalves-Alvim & Fernandes, 2001; Maia & Fernandes, 2004). A relação galha-planta hospedeira é considerada por muitos pesquisadores como parasitária, pois o inseto indutor obtém refúgio e alimento em detrimento do crescimento da planta, perda de substâncias, distúrbio no fluxo da seiva, queda precoce de certas partes vegetais e aumento em quantidade ou volume de órgãos ou tecidos não essenciais a custo dos essenciais (Mani, 1964; Silva et al., 1995).

Enquanto considerável atenção tem sido dada para estudos com galhas entomógenas, poucos são os trabalhos que têm investigado os aspectos ecológicos que envolvem a galha induzida por ácaro (Westphal et al., 1990/1991/1992; Ozman & Goolsby, 2005). Os ácaros são mais popularmente conhecidos por causarem grandes danos como verdadeiras pragas agrícolas e/ou por infestarem plantas ornamentais (Fenton et al., 2000; Knihinicki & Boczek, 2003; Sobhian et al., 2004; Freeman et al., 2005; Bernard, 2005), principalmente os da Família Eriophyidae (Hossain et al., 2002). Esta família possui mais de 3.000 espécies de ácaros exclusivamente fitófagos, tendo como características o corpo em formato vermiforme e comprimento médio variando entre 0,15 e 0,30 mm (Ashihara et al., 2004). Possuem apenas dois pares de patas próximas à cabeça e suas quelíceras são em forma de estiletes (Keifer, 1952; Johnson, & Lyon, 1988). A maioria é co-específica a determinadas espécies de plantas e causam nestas algumas injúrias como as galhas, éríneas e desfoliação (Keifer et al., 1982).

O ecossistema manguezal se desenvolve em áreas protegidas da costa em regiões tropicais e subtropicais do mundo (Tomlinson, 1986). Sua vegetação possui adaptações únicas que lhes permite ocupar o ecótono entre o ambiente terrestre e o oceano (Cerón-Souza et al., 2005). Estas adaptações incluem uma fixação mecânica no substrato não consolidado, raízes respiratórias com estruturas de aeração e mecanismos especializados para eliminar o excesso de sal (Rebelo & Medeiros, 1988). As plantas são vivíparas verdadeiras,

isto é, a semente permanece presa à planta parental até a sua germinação, se desprendendo em seguida (Tomlinson, 1986).

As altas taxas de produtividade dos manguezais, em muitos lugares, ultrapassam $2 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (Ellison, 2000), responsável por sustentar toda uma comunidade de organismos pelágicos (Robertson et al., 1992) e densas assembléias de pássaros tanto residentes quanto migratórios (Klein et al., 1995). A herbivoria em manguezal pode causar um significativo decréscimo na produtividade, portanto, medidas da intensidade e dos fatores envolvidos no controle da herbivoria são importantes para a compreensão e a gerência desse ecossistema (Johnstone, 1981).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a galha induzida pelo ácaro (Acari, Eriophyidae, Eriophyina) na planta hospedeira *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerten (Combretaceae), uma espécie típica de manguezal, em uma área no município de Ipojuca, PE, observando se a sazonalidade influencia na demografia da galha.

2. Material e métodos

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi realizado no manguezal de Maracaípe ($08^{\circ} 32' 24'' \text{ S}$ e $35^{\circ} 00' 27'' \text{ W}$), município de Ipojuca, litoral sul do Estado de Pernambuco (Fig. 1). O estuário do rio Maracaípe é caracterizado fisiograficamente segundo a classificação de Cintrón et al. (1985), em bosque de mangue do tipo franja, pois se desenvolve ao longo das margens de costas protegidas, não evidenciando fortes gradientes físico-químicos. A precipitação média e a média térmica dos últimos cinco anos foram respectivamente 175 mm e $26,7^{\circ}\text{C}$, tendo um período de estiagem que vai de setembro a fevereiro e um chuvoso entre março e agosto (ITEP/LAMEPE). É uma região bastante explorada para o ecoturismo, constituindo-se numa fonte de renda extra para os moradores locais (Sobral, 1998).

O Programa GPS TRACKMAKER 12.2 foi utilizado para estimar o tamanho da área do estuário abrangida nesta pesquisa através do georeferenciamento.

2.2 Descrição das Parcelas

O manguezal de Maracaípe foi dividido em seis parcelas de 30 x 30 m cada (Fig. 2) tendo como referência a proximidade em relação a foz do estuário e, ainda, que apresentassem no mínimo 10 indivíduos de *L. racemosa*. Sendo assim a parcela 6 foi a que se

encontrava mais próximo à foz, seguida da parcela 5. Os pontos 1, 2 e 4 localizaram-se mais ou menos na mesma distância para a foz e, por fim, a parcela 3 foi a mais distante dentre as demais.

Para cada parcela foi coletado amostras de sedimento a 5 cm de profundidade no mês de março (época seca) e em junho (época chuvosa) para análises de granulometria e matéria orgânica segundo Suguio (1973). As amostras foram congeladas e armazenadas a fim de serem analisadas no Laboratório de Geoquímica Ambiental do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão. Para a caracterização da granulometria foi utilizado o método de pipetagem para a fração fina do sedimento ($< 0,062$ mm) e, para a fração grossa ($> 0,062$ mm) o método de peneiramento úmido de acordo com Suguio (1973).

Os dados foram analisados segundo o método de Folk & Ward no programa Sysgran 3.0, a partir dos quais foram geradas as porcentagens de areia, silte e argila. A altura da parte aérea dos indivíduos da espécie vegetal estudada (> 2 m) nas parcelas foi medida com auxílio de trena, de acordo com a metodologia proposta por Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986). Com o uso do refratômetro foi estimada a salinidade média do sedimento através de medidas feitas em cada parcela em triplicata a cada ida a campo com o intuito de verificar possíveis variações.

2.3 *Planta hospedeira estudada*

A espécie *Laguncularia racemosa* conhecida popularmente como mangue-branco, tem ocorrência na porção mediana da zona entremarés das florestas de manguezal da América e África ocidental (Sobrado, 2004). As principais características são: um par de glândulas secretoras de sal na parte superior do pecíolo avermelhado (Medina, 1999), folhas opostas, pecioladas, espessas e coriáceas, oblongas ou elípticas, com ápices arredondados e emarginados (Tomlinson, 1986) e lâminas foliares variando de 4-11 cm de comprimento e 4-5 cm de largura (Schaeffer-Novelli & Cintrón, 1986).

2.4 *Coleta de Campo*

Foram realizadas excursões mensais a campo de novembro de 2004 a outubro de 2005, a fim de coletar 40 folhas que apresentassem galhas de indivíduos de *L. racemosa*, em cada parcela, totalizando 240 folhas/mês. Nos meses de janeiro (época seca) e julho (época chuvosa) foram coletadas 40 folhas sadias por parcela a fim de comparar as áreas foliares entre estas e a folha galhada. Toda a amostragem do material foliar foi feita

coletando-se folhas expostas ao sol provenientes do 2° ou 3° par de folhas a partir do ápice do ramo, por se constituírem em folhas adultas.

2.5 Análise de Laboratório

Tanto para a época de estiagem (janeiro) quanto chuvosa (julho) todas as folhas coletadas tiveram suas áreas foliares mensuradas através do programa UTHSCSA IMAGETOOL 3.0. Nas folhas com galha foi estimado (1) o nível de infestação (número de galhas totais por coleta), (2) contabilizado o número de galhas presentes nas porções basal, mediana e apical da folha para avaliar se há indução preferencial, (3) descritas a forma e coloração da galha e (4) medidos o comprimento e largura destas com o auxílio do paquímetro (caracterização externa). As galhas foram observadas sob esteriomicroscópio a fim de fazer a descrição interna e contar o número de indivíduos na câmara larval. Lâminas escavadas foram montadas para identificar o indutor.

Foi aplicado o Teste de Mann-Wthiney para comparar as áreas foliares e Análise de Variância de Kruskal-Wallis para analisar a distribuição espacial da galha na folha e para a ocorrência de galhas entre as parcelas amostradas. Para o número de galhas encontrado ao longo dos meses utilizou-se Anova Two Way. O grau de significância usado foi de $P < 0,05$ (Zar, 1999). Para as análises estatísticas foi utilizado o programa BIOESTAT 3.0, a normalidade testada pelo Teste Lilliefors.

3. Resultados

3.1 Descrição das Parcelas

A porção do estuário abrangida por este estudo (próximo à foz) ocupa uma área em torno de 329.531,54 m². As parcelas ocupam 5.400 m² dessa área. A espécie estudada *Laguncularia racemosa* ocupa aproximadamente apenas 19.800 m² do estuário. A classe granulométrica mais representativa de cada parcela para a época de estiagem e chuvosa encontra-se representado na Tabela 1. Todas as parcelas apresentaram um sedimento predominantemente arenoso, sendo a parcela 1 e 6 as que possuíram maiores porcentagem de areia dentre as demais nos dois períodos analisados.

A altura média dos indivíduos de *L. racemosa* amostrados foi aproximadamente de 4 m. A parcela 3 foi a que apresentou os indivíduos de maiores alturas

(Fig. 3). Grande parte dos indivíduos presentes nas parcelas 5 e 6 caracterizaram-se por estarem em um estado regenerativo (troncos em rebrota), podendo ser um indício de ter ocorrido no passado ação de corte da madeira nessas parcelas, fato comum na região para usar como lenha.

O teor de umidade do sedimento no período de estiagem foi menor em todas as parcelas, com exceção da parcela 2, em relação à época chuvosa (Fig. 4). Já a porcentagem de matéria orgânica nas parcelas pouco variou entre estas e entre os dois períodos analisados.

A salinidade média dos doze meses de amostragem estimada para o estuário de Maracaípe foi de 37,8 ppt. Os valores de salinidade do sedimento pouco variaram entre as parcelas ao longo do estudo em cada período (Fig. 5). Durante o período de chuva a salinidade encontrada para o sedimento das parcelas foi significativamente menor ($t = 18,47$; $p < 0,01$) em relação ao período seco.

Os valores médios de pluviosidade (mm) e de temperatura (°C) para o manguezal de Maracaípe durante a realização deste estudo, de acordo como ITPE/LAMEPE e a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, podem ser observados na figura 6. Nota-se claramente que o período chuvoso durante as amostragens foi mais acentuado para os meses de abril, junho e julho sendo 288, 329, 289 mm, respectivamente. Maio apresentou uma acentuada diminuição em sua precipitação (222 mm).

3.2 Caracterização da Galha

A espécie *Laguncularia racemosa* apresentou galhas durante a época de observação exclusivamente em folha, tanto folhas jovens quanto adultas. Foram contabilizadas e analisadas no total 2.880 folhas com galhas ao longo de um ano de observação. A galha surge como um pequeno espessamento da lâmina foliar, que vai aumentando de volume até assumir o formato discóide quando adulta, estendendo-se da epiderme superior à inferior, atravessando dessa maneira todo o mesófilo (Fig. 6), podendo ocorrer tanto isolada quanto agrupada na folha, sendo esta última situação mais freqüente. A coloração é esverdeada e o tamanho médio de comprimento e altura de $1,5 \pm 0,23 \times 1,0 \pm 0,14$ mm, respectivamente.

A abertura das galhas (migração dos ácaros), situação que ocorre quando a folha encontra-se madura (amarelada) ou quando o espaço interno da galha se torna limitante para os indivíduos que aí residem, ocorre em ambas as faces, com maior freqüência na face adaxial (79,3%, $N = 150$). Foram encontradas uma média 35 indivíduos/galha ($N = 100$),

sendo estes tanto adultos quanto juvenis. O espaço interno da galha possui apenas uma câmara (Fig. 7a e 7b).

Há uma tendência preferencial do ácaro em induzir a galha em direção ao ápice foliar ($H = 7,25$; $p = 0,02$ época de estiagem), conforme pode ser visto na Figura 8. Essa tendência também se mostrou evidente para o período de chuvas ($H = 15,7$; $p < 0,01$). Para cada uma dessas análises utilizou-se o total de 240 folhas com galhas. O número médio de galhas encontrado para a região apical da folha nos dois períodos é respectivamente de $14,4 \pm 14,4$ e $13,5 \pm 13,3$ sendo significativamente maior que o encontrado para a região basal.

A comparação da área foliar entre a folha galhada ($23 \pm 8,1 \text{ cm}^2$) e a folha sadia ($23,2 \pm 5,6 \text{ cm}^2$) não apresentou diferença significativa para a época de estiagem ($Z = 1,1$; $p = 0,26$; $N = 240$) independentemente do nível de infestação. Entretanto para o período chuvoso essa diferença é significativa ($Z = 39,4$; $p < 0,05$; $N = 240$), estando a folha galhada e a folha sadia com áreas foliares de $24 \pm 6,2 \text{ cm}^2$ e $26,9 \pm 5,9 \text{ cm}^2$ respectivamente.

A média do número de galhas ao longo de 12 meses de estudo no manguezal de Maracaípe está representada na figura 10 no qual é observado que houve diferença significativa entre os meses amostrados ($F_{(11,2795)}=11,928$; $p<0,001$). Pode-se notar que durante a época chuvosa (região circulada), tanto a ocorrência de chuvas quanto a temperatura parece influenciar a ocorrência de galhas nas folhas de *L. racemosa*, uma vez que foi encontrada uma diminuição significativa no número destas durante esse período, como exemplo, junho, julho e agosto diferiram significativamente de setembro e outubro.

Já para a comparação do total de galhas encontrado em cada parcela obteve-se o seguinte resultado: apenas nos meses de dezembro, fevereiro e abril, as parcelas não apresentaram entre si diferenças significativas quanto o total de galhas contabilizado. Os valores estatísticos encontram-se apresentados na tabela 2 que demonstra que as parcelas diferiram significativamente entre si ($F_{(5,2795)}=9,284$; $p<0,001$).

3.3 Descrição do Indutor

O indutor é um ácaro pertencente à família Eriophyidae, tribo: Eriophyini (Nalepa), segundo identificação realizada pelo Prof^o Dr^o Manoel Guedes C. G. Júnior do Laboratório de Acarologia do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Possui comprimento e largura média de $165 \pm 2,7 \text{ }\mu\text{m}$ e $44 \pm 2,3 \text{ }\mu\text{m}$ respectivamente ($N = 45$; Fig. 11). Provavelmente trata-se de um novo gênero, pois apresenta

a seta escapular voltada para frente, não se enquadrando em nenhum gênero já descrito para essa família, conforme a chave de identificação de Amrine & Stasny (1994).

4. Discussão

4.1 Descrição das Parcelas

Da análise dos valores de altura da planta hospedeira em cada parcela, verifica-se claramente o pequeno porte que os indivíduos de *L. racemosa* apresentam (média de 4 m). Essa baixa estatura fica evidente quando comparamos aos outros trabalhos referentes a desenvolvimentos estruturais de bosque de manguezais (Abreu et al., 2003; Souza & Sampaio, 2001), por exemplo, Soares (1999), estudando a estrutura vegetal e o grau de perturbação da Lagoa da Tijuca, RJ encontrou indivíduos de *L. racemosa* com altura média variando entre 4,5 e 7,7 m. É conhecida a grande capacidade dos manguezais de se manterem sob diversas condições ambientais devido a sua alta plasticidade fenológica, no que concerne à forma de crescimento (Cintrón-Molero & Schaeffer-Novelli, 1992). Essa baixa estatura pode ser um indício da intervenção humana por meio de corte da madeira na área, a exemplo das parcelas 5 e 6. Segundo Jimenez et al. (1985), o desenvolvimento estrutural reduzido pode ser devido a alterações antrópicas, as quais não permitem que o manguezal atinja sua maturidade estrutural. Outra possível explicação, que pode estar agindo de forma sinérgica a primeira, seria o fato do sedimento de todas as parcelas serem predominantemente arenoso (Tabela 1). O sedimento arenoso pode estar afetando o desenvolvimento estrutural da espécie vegetal estudada (Lugo et al., 1980), funcionando de maneira análoga a um aterro, uma vez que grande quantidade de areia no sedimento do manguezal pode levar a um substrato mais consolidado, acarretando consequências no processo de sedimentação e aeração das raízes. Manguezais que possuem substrato mais arenoso tendem a apresentar plantas com menores alturas do que àqueles com sedimento predominantemente argilosos (Schaeffer-Novelli et al., 1990).

A grande variabilidade de “tipos de mangue” que existe em toda a costa brasileira é decorrente de um conjunto de fatores que incluem: amplitude de maré, aporte de nutrientes, diferenças granulométricas de sedimento, dentre outras (Schaeffer-Novelli et al., 1990). Os baixos valores de salinidade encontrados nas parcelas para a época chuvosa em relação ao período de estiagem devem-se ao grande aporte de água doce decorrentes das

chuvas. Esses valores pouco variaram entre as áreas amostradas, pois como é abordado por Cintrón et al. (1985), o bosque do tipo franja não apresenta fortes gradientes físico-químicos.

4.2 Caracterização da Galha

Segundo Mani (1964), 70% das galhas Neotropicais possuem a localização preferencial nas folhas. Diversos trabalhos com galhas entomógenas demonstram que há uma ovoposição preferencial nas folhas das plantas hospedeiras (Fernandes et al., 1997; Golçalves-Alvim & Fernandes, 2001; Maia & Fernandes, 2004). Isso também é verdadeiro quando consideramos galhas induzidas por ácaro (Keifer et al., 1982), exemplos: *Phyllocoptes didelphis* (Eriophyidae) induz galha circular em *Populus tremuloides* - Salicaceae (Johnson & Lyon, 1988), *Vasates quadripedes* (Eriophyidae) causa galhas em *Acer rubrum* e em *A. saccharinum* - Aceraceae e, ainda *V. aceriscrumena* (Eriophyidae) induz galha em *A. saccharum* - Aceraceae (Hoover, 2004).

A galha em *L. racemosa* se inicia somente em folhas jovens, provavelmente por estas serem mais tenras (Westphal & Manson, 1996). O início da sua formação, provavelmente ocorre através da atividade alimentar do ácaro (podendo ser por fêmeas grávidas e/ou por imaturos), que por meio de suas quelíceras modificadas em forma de estiletos, penetram nas células individuais da epiderme dos tecidos da planta (Royalty & Perring, 1996). Essa penetração resulta em uma leve depressão na folha que vai aumentando de tamanho até englobar os ácaros, enquanto que, ao mesmo tempo, ocorre a diferenciação do tecido nutritivo formando a galha (Hoover, 2004). Esse tecido nutritivo servirá de sítio de alimentação para os ácaros no interior da galha (Westphal & Manson, 1996). O processo químico da indução parece estar relacionado à liberação de substâncias químicas (reguladores do crescimento) presente na saliva desses ácaros, durante a alimentação (Lillo & Monfreda, 2004).

A galha entomógena sob o ponto de vista do inseto, segundo Mani (1964), tem por finalidade completar o seu ciclo reprodutivo, dessa forma eventos que acontecem podem ser resumidos em ovoposição pela fêmea no órgão em que a galha irá se desenvolver, eclosão da larva que inicia sua atividade alimentar, desenvolvimento da galha, estádios larvais, pupa, eclosão do inseto adulto. Entretanto, a galha induzida por ácaro não possui apenas esse objetivo como finalidade principal. Conforme Westphal & Manson (1996), os ácaros indutores de galha vivem permanentemente dentro desta, podendo ocorrer diversas gerações de ácaros no interior da mesma galha. Esses ácaros, devido ao seu tamanho diminuto e corpo

menos protegido contra a dessecação quando comparados aos ácaros fitófagos de vida livre, induzem galhas que servem de abrigo e moradia permanente (Royalty & Perring, 1996), como uma estratégia de vida para evitar o ressecamento, criando um microambiente favorável para o seu desenvolvimento na planta (Sabelis & Bruin, 1996).

Um evento importante que deve ser considerado é a migração dos ácaros para formarem novas galhas. Esse processo ocorre quando a folha em que a galha se encontra torna-se madura ou quando o seu espaço interno torna-se limitante para os indivíduos residentes (Fenton et al., 2000). Essa migração, no caso do ácaro indutor da galha foliar em *L. racemosa* no manguezal de Maracaípe, provavelmente ocorre direcionada ao ápice do ramo em que a galha madura se encontra para infestar as folhas jovens, pois, devido a observações de campo, notou-se que aproximadamente 100% dos ramos galhados no início do estudo, continuaram a apresentar folhas com galhas mesmo após o término do trabalho.

Craig et al. (1989) e Price (1991) afirmam que indutores de galhas selecionam folhas com maiores áreas para o desenvolvimento de sua prole, o que não foi corroborado neste trabalho, uma vez que a folha galhada não possuiu área maior quando comparada à folha sadia (Figura 9). Gonçalves-Alvim et al. (2001), explicam que, para as florestas de mangue, talvez como uma consequência da salinidade que esse ecossistema apresenta essa relação não seja direta.

Alguns autores, estudando herbivoria foliar causada por ácaros têm comprovado danos nas espécies de plantas como resultado dessa atividade alimentar (Ozman & Goolsby, 2005; Leite et al., 2003). Para *L. racemosa* o dano observado ocorrido pela infestação da galha foi uma diminuição do tamanho da área foliar quando infestada no período chuvoso. A presença da galha está influenciando o desenvolvimento das folhas, comprometendo sua área foliar, podendo prejudicar a planta nas suas taxas fotossintéticas. No entanto, nenhuma análise de medição da fotossíntese foi realizada neste trabalho. Alguns pesquisadores também têm constatado que a presença da galha pode afetar o crescimento normal das folhas (Westphal & Manson, 1996), no que diz respeito a sua área, como exemplo *Aceria medicaginis* (Keifer) que infesta folha de *Medicago sativa* L. (Royalty & Perring, 1996).

De acordo com Matioli et al. (1998), diversos fatores como as condições climáticas, tipo e densidade dos tricomas, fertilidade do solo e inimigos naturais, podem influenciar as populações de ácaros nas plantas. Leite et al. (2003), estudando os efeitos da precipitação e da média térmica nas densidades populacionais de três espécies de ácaros fitófagos em *Solanum melongena* (Solanaceae) no Brasil, encontrou que um clima mais

quente e seco favorece o crescimento populacional desses herbívoros. Em *L. racemosa* (presente estudo) a ocorrência de chuvas parece influenciar negativamente o nível de infestação da galha em suas folhas, uma vez que foi encontrado um número significativamente maior destas durante os meses que correspondem ao período de estiagem (Figura 10) no manguezal de Maracaípe. Leite et al. (2003) relatam que a precipitação total pode prejudicar o desenvolvimento de ácaros fitófagos. Uma possível explicação seria o fato de que a chuva pode afetar o deslocamento do ácaro no processo de migração em direção a folhas jovens para a indução de novas galhas, pois, conforme é discutido por Hoover (2004), o transporte desses herbívoros se dá através do vento, aderido a um inseto ou a outros pequenos animais. Outra hipótese seria o aumento da produção de novas folhas que é observado para o período de maior precipitação nas espécies vegetais, não dando tempo de serem infestadas pelos ácaros. Skrzypczynska (2004) encontrou resultados similares estudando a frequência da população de ácaros indutores de galhas em *Populus tremula* L. em uma floresta boreal no sul da Polônia.

Ao analisarmos a proximidade das parcelas amostradas com a foz do estuário (Tabela 2) notamos que foi freqüente observarmos as parcelas 5 e 6 (as mais próximas) diferirem significativamente quanto ao número de galhas em relação às parcelas consideradas mais distantes da foz (parcelas 2 e 3), por possuírem menos galhas. Esse fato pode nos indicar que uma menor distância à foz estaria influenciando negativamente a sua infestação. Essa possível influência parece não ser induzida pela salinidade, uma vez que não houve uma grande variação desta entre as parcelas (Figura 5). Uma maior proximidade com a foz pode acarretar um maior fluxo de corrente pela regular entrada da água do mar afetando o desenvolvimento da espécie vegetal *L. racemosa* que, por sua vez, refletiria em uma menor ocorrência da galha estudada neste trabalho.

4.3 Descrição do Indutor

De acordo com Keifer et al. (1982), esses ácaros possuem um ciclo de vida relativamente simples e a grande maioria possui apenas três estádios de desenvolvimento: ovo, dois instar ninfal e adulto. Ainda segundo os mesmo autores, eles reproduzem-se rapidamente e a fertilização ocorre quando as fêmeas entram em contato com um saco de espermas deixado previamente pelo macho na planta hospedeira. Para um ácaro se desenvolver do ovo ao adulto leva em torno de sete dias a duas semanas (Keifer, 1952).

Algumas espécies de ácaros já foram descritas na literatura como causadoras de galhas em outras plantas presentes no ecossistema manguezal em diferentes regiões do

mundo, são elas: *Acalitus marinae* Smith Meyer causa galha foliar em *Avicennia marina* e *Aceria avicenniae* (Keifer) induz galha na inflorescência de *A. nítida* (Amrine & Stasny, 1994). No entanto, pesquisa enfocando o aspecto ecológico destas interações não foi feita. Destacando-se a grande importância deste trabalho, no que concerne a elucidação dos fatores ecológicos que engloba a interação entre um ácaro indutor de galha e uma espécie de planta típica do ecossistema manguezal.

Concluimos que a galha estudada neste trabalho é induzida por um ácaro da família Eriophidae, no qual em média ocorrem cerca de 35 indivíduos dentro de uma única câmara interna à galha nas folhas de *L. racemosa*. O ácaro a induz apenas em folhas jovens preferencialmente em direção ao ápice foliar. Notamos que o período do ano influencia na infestação pela galha, ou seja, durante o período chuvoso encontramos uma menor ocorrência para o manguezal de Maracáipe, Pernambuco.

Referências

- Abreu M.M.O., Nascimento R.E.S. & Mehlig U., 2003. Comparação da estrutura florestal e levantamento florístico entre bosques de terra firme e manguezal da península Bragantina, Pará-Brasil. Anais. VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza.
- Amrine J.W. & Stasny T.A., 1994. Catálogo of the Eriophyoidea (Acarina: Prostigmata) of the world. Indira Publishing House, Michigan, U.S.A., p. 798.
- Ashihara W., Kondo A., Shibao M., Tanaka H., Hiehata K. & Izumi K., 2004. Ecology and control of eriophyid mites injurious to fruit trees in Japan. Jarq 38, 31-41.
- Bernard M., Horne P. & Hoffmann A., 2005. Eriophyoid mite damage in *Vitis vinifera* (grapevine) in Australia: *Calepitrimerus vitis* and *Colomerus vitis* (Acari: Eriophyidae) as the common cause of the widespread 'Restricted Spring Growth' syndrome. Exp. Appl. Acarol. 35, 83-109.
- Cerón-Souza I., Toro-Perea N. & Cárdenas-Henao H., 2005. Population genetic structure of neotropical mangrove species on the colombian pacific coast: *Avicennia germinans* (Avicenniaceae). Biotropica. 37, 258-265.
- Cintrón G., Lugo E. & Martinez R., 1985. Structural and functional propoities of mangrove forests. In: D'Arcy W.G. & Cprrea M.D. (eds), The botany and natural history of Panamá, IV Series: monographs in siystematic botany, vol. 10. Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri.
- Cintrón-Molero G. & Schaeffer-Novelli Y., 1992. Ecology and managment of New World mangroves. In: Seeliger U (ed.) Coastal plant communities of Latin America. Academic Press, California, pp. 392.
- Craig T.G., Itami, J.K. & Price, P.W., 1989. A strong relationship between oviposition preference and larval performance in a shoot-galling sawfly. Ecology. 70, 1691-1699.
- Ellison A.M., 2000. Mangrove restoration: do we know enough? Restoration Ecology. 8, 219-229.
- Fenton B., Birch A.N.E., Malloch G., Lanham P.G. & Brennan R.M., 2000. Gall mite molecular phylogeny and its relationship to the evolution of plant host specificity. Experimental and Applied Acarology 24, 831-861.
- Fernandes G.W. & Martins R.P., 1985. Tumores de plantas as galhas. Rev. Ciência Hoje. 4, 59-64.
- Fernandes G.W., 1987. Gall forming insects: their economic importance and control. Rev. Brasil. Entomol. 31, 379-398.

- Fernandes G.W., Araújo R.C., Araújo S.C., Lombardi J.A., Paula A.S.de., Loyola Júnior R. & Cornelissen T. G., 1997. Insect galls from Savanna and Rock fields of the Jequitinhonha Valley, Minas Gerais, Brazil. *Naturalia* 22, 221-244.
- Fernandes G.W., Julião G.R., Araújo R.C., Araújo S.C., Lombardi J.A., Negreiros D. & Varneiro M.A.A., 2001. Distribution and morphology of insect galls of the Rio Doce Valley, Brazil. *Naturalia*. 26, 221-244
- Freeman T.P., Goolsby J.A., Ozman S.K & Nelson D.R., 2005. An ultrastructural study of the relationship between the mite *Floracarus perrepae* Knihinicki & Boczek (Acariformes: Eriophyidae) and the fern *Lygodium microphyllum* (Lygodiaceae). *Austr. J. Entomol.* 44, 57-61.
- Gonçalves-Alvim S.J., Dos Santos M.C.F. & Fernandes G.W., 2001. Leaf gall abundance on *Avicennia germinans* (Avicenniaceae) along an interstitial salinity gradient. *Biotropica*. 33, 69-77.
- Hoover G.A., 2004. Entomological notes. In College of Agricultural Science, U.S. Departmente of Agiculture, and Pennsylvania Couintes Cooperating. TS – 18.
- Hossain M.A., Gazi M.M.R., Zahan N. & Das B.C., 2002. Seasonal occurrence of Sissoo Plant Infesting Eriophyid Mite, *Aceria dalbergiae* Channabasavanna (Acari:Eriophyidae) and Toxicity of Some Insecticides on it. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 5, 1246-1248.
- Jimenez J.A., Lugo A.E. & Cintron G., 1985. Tree mortality in mangrove forests. *Biotropica*. 17, 177-185.
- Johnstone I.M., 1981. Consupcion of leaves by herbivores in mixed mangrove stands. *Biotropica*. 13: 252-259.
- Johnson W.T. & Lyon H.H., 1988. Insects that Feed on Trees and Shrubs. Second Edition. Ithaca: Cornell University Press.
- Keifer H.H., 1952. Eriophyid Mites of California. *Bulletin of the California Insect Survey*. Vol. 2. No. 1.
- Keifer H.H., Baker E.W., Kono T., Delfinado M. & Styer W.E., 1982. An Illustrated Guide to Plant Abnormalities Caused by Eriophyid Mites in North America. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Agriculture Handbook Number 573. p. 178.
- Klein M.L., Humphrey S.R. & Percival H.F., 1995. Effects of ecoturism on distribution of waterbirds in a wildlife refuge. *Conservation Biology*. 9, 1454-1465.

- Knihinicki D.K. & Boczek J., 2003. Studies on eriophyoid mites (Acari: Eriophyoidea) of Australia: A new genus and seven new species associated with tea trees, *Melaleuca* spp. (Myrtaceae). *Austr. J. Entomol.* 42, 215-232.
- Leite G.L.D., Picanço M., Zanuncio J.C. & Marquini F., 2003. Factors affecting mite herbivory on eggplants in Brazil. *Exp. Appl. Acarol.* 31, 243–252.
- Lillo E. de & Monfreda R., 2004. ‘Salivary secretions’ of eriophyoids (Acari: Eriophyoidea): first results of an experimental model. *Exp. Appl. Acarol.* 34, 291–306.
- Lugo A.E., Cintrón G. & Goenaga C., 1980. El ecosistema del manglar bajo tension, In: Seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares, Cali, Colombia, UNESCO/ROSTLAC.
- Magorzata Skrzypczynska. 2004. Studies on population frequency of insects and mites causing galls on the leaves of the European aspen *Populus tremula* L. in southern Poland. *J. Pest. Sci.* 77, 119–122.
- Maia V.C. & Fernandes G.W. 2004. Insect galls from Serra de São José (Tirandentes, MG, Brazil). *Braz. J. Biol.* 64, 423-445.
- Mani M., 1964. Ecology of plant galls. W. Junk, The Hague, pp. 434.
- Matioli A.L., Leite G.L.D., Pallini Filho A. and Picanço M., 1998. Distribuição espacial e temporal e efeito de diferentes tratos culturais em ácaros associados a laranja pêra-río. *Agro-Ciência.* 14, 395–405.
- Medina E., 1999. Mangrove physiology: the challenge of salt, heat and light stress under recurrent flooding. In: Yáñez-Arancibia A. & Lara-Domínguez A.L. (eds), *Ecosistemas de manglar em América tropical*. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, México. UICN/ORMA Costa Rica, NOAA/NMFS, Silver Spring, Md.USA, pp. 109–126.
- Ozman S. K., Goolsby J.A., 2005. Biology and phenology of the eriophyid mite, *Floracarus perrepae*, on this native host in Austrália, Old World climbing fern, *Lygodium microphyllum*. *Exp. Appl. Acarol.* 35, 197-213.
- Price P., 1991. Plant vigor hypotheses and herbivore attack. *Oikos.* 62, 244-251.
- Rebelo F.C. & Medeiros T.C., 1988. Cartilha do Mangue. São Luís, Ed. EDUFMA, p. 31.
- Robertson A.L., Alongi D.M. & Boto K.G., 1992. Food chains and carbon fluxes. In: Robertson A.L. & Alongi D.M. (eds.) *Tropical mangrove ecosystems*. American Geophysical Union, Washington, D.C.
- Royalty R.N. & Perring T.M., 1996. Nature of damage and its assesment. In: Lindquist E.E., Sabelis M.W. & Bruin J. (eds). *Eriopyoid mites – their biology, natural enemies and*

- control. World Crop Pests, Vol. 6. Elsevier Publishers, Amsterdam, The Netherlands, pp. 493-509.
- Sabelis M.W. & Bruin J., 1996. Evolutionary ecology: life history patterns, food plant choice and dispersal. In: Lindquist E.E., Sabelis M.W. & Bruin J. (eds). Eriophyoid Mites – their biology, natural enemies and control. Elsevier Science, Amsterdam, pp. 329–366.
- Schaeffer-Novelli Y. & Cintrón G., 1986. Guia para estudos em áreas de manguezal: estrutura, função e flora. São Paulo: Caribbean Ecological Research. p. 150.
- Schaeffer-Novelli Y., Cintrón-Molero G. & Adaime R.R., 1990. Variability of mangrove ecosystems along the brazilian coast. Estuar. 13, 204-218.
- Soares M.L.G., 1999. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Rev. Brasil. Biol. 59, 503-515.
- Sobhian R., McClay A., Hasan S., Peterschmitt M. & Hughes R.B., 2004. Safety assessment and potential of *Cecidophyes rouhollahi* (Acari, Eriophyidae) for biological control of *Galium spurium* (Rubiaceae) in North America. J. Appl. Entomol. 128, 258-266.
- Sobrado M.A., 2004. Influence of external salinity on the osmolality of xylem sap, leaf tissue and leaf gland secretion of the mangrove *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. Trees. 18, 422–427.
- Sobral A.O.de L., 1998. Estudo da erosão marinha na região de Maracaípe – Ipojuca. Recife: CPRH. p. 99.
- Sousa M.M.de A. & Sampaio E.V.S., 2001. Variação temporal da estrutura dos bosques de mangue de Suape-PE após a construção do porto. Acta Bot. Bras. 15, 1-12.
- Suguio K., 1973. Introdução à sedimentologia. Edgar Blucher/EDUSP, São Paulo, p. 317.
- Tomlinson P.B., 1986. The botany of mangroves. Cambridge University Press, p. 419.
- Westphal E., Dreger F. & Bronner R., 1990. The gall mite *Aceria cladophthirus* 1. life-cycle, survival outside the gall and symptoms expression on susceptible or resistant *Solanum dulcamara* plants. Exp. Appl. Acarol. 9, 183-200.
- Westphal E., Dreger F. & Bronner R., 1991. Induced resistance in *Solanum dulcamara* triggered by the gall mite *Aceria cladophthirus* (Acari: Eriophyoidea). Exp. Appl. Acarol. 12, 111-118.
- Westphal E. & Manson D.C.M., 1996. Feeding effects on host plants: gall formation and other distortions. In: Lindquist E.E., Sabelis M.W. & Bruin J. (eds), Eriophyoid Mites their Biology, Natural Enemies and Control. World Crop Pests, Vol. 6. Elsevier Publishers, Amsterdam, The Netherlands, pp. 231–242.

- Westphal E., Perrot-Minnot M.J., Kreiter S. & Gutierrez J. 1992. Hypersensitive reaction of *Solanum dulcamara* to the gall mite *Aceria cladophthirus* causes an increased susceptibility to *Tetranychus urticae*. Exp. Appl. Acarol. 15, 15-26.
- Zar J.H., 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall International Inc. Upper Saddle River, New Jersey, p. 660.

Tabela 1. Classificação granulométrica do sedimento das parcelas nos períodos de estiagem e chuvoso (2004/2005) acompanhado da porcentagem de fração sedimentar mais abundante no Manguezal de Maracáipe, Pernambuco.

ÁREA	PERÍODO SECO	PERÍODO CHUVOSO
Parcela 1	areia fina (100% areia)	areia muito fina (100% areia)
Parcela 2	silte grosso (81,22% areia)	areia fina (85,97% areia)
Parcela 3	silte grosso (67,75% areia)	silte grosso (81,98% areia)
Parcela 4	areia fina (84,88% areia)	areia fina (89,46% areia)
Parcela 5	areia fina (86,2% areia)	areia fina (73,08% areia)
Parcela 6	areia fina (99,51% areia)	areia fina (99,77% areia)

Tabela 2: Valores significativos do teste Anova two-ways do total do número de galhas em *Laguncularia racemosa* entre as parcelas amostradas para cada mês estudado (2004/2005) no manguezal de Maracipe, Pernambuco.

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	3141853	1	3141853	2.703.492	0.00
mês/FONT>	152480	11	13862	11.928	0.00
parcela	53950	5	10790	9.285	0.00
mês*parcela	236413	55	4298	3.699	0.00
Error	3248198	2795	1162		

Lista de Figuras:

Figura 1. Mapa do Estado de Pernambuco. Em evidência o município de Ipojuca.

Figura 2. Foto aérea do estuário de Maracaípe, Ipojuca, PE, evidenciando as parcelas delimitadas. Escala: 1: 6000.

Figura 3. Altura média dos indivíduos de *Laguncularia racemosa* em cada parcela no manguezal de Maracaípe, Pernambuco.

Figura 4. Teores em porcentagem de matéria orgânica e umidade do sedimento de cada parcela nos períodos de estiagem e chuvoso (2004/2005) no manguezal de Maracaípe, Pernambuco.

Figura 5. Valores de salinidade (ppt) encontrados para cada parcela nos períodos de estiagem e chuvoso (2004/2005) no manguezal de Maracaípe, Pernambuco.

Figura 6. Médias térmicas e de precipitação durante o período de realização do estudo (2004/2005) para o manguezal de Maracaípe, Pernambuco.

Figura 7. Folhas galhadas de *Laguncularia racemosa*. A- folha jovem com galhas no início do desenvolvimento; B- folha adulta contendo galhas em estágio mais avançado do desenvolvimento; C- face adaxial mostrando as galhas completamente formadas e D- face abaxial com as galhas já desenvolvidas.

Figura 8. Galha foliar de *Laguncularia racemosa*. A- corte longitudinal estando em evidência o espaço interno da galha; B- corte transversal da galha.

Figura 9. Distribuição espacial da galha nas folhas de *Laguncularia racemosa*, N = 240 nos períodos de estiagem e chuvoso (2004/2005) no manguezal de Maracaípe, Pernambuco.

Figura 10. Número médio de galhas encontradas em folhas de *Laguncularia racemosa* para cada mês de amostragem (2004/2005) no manguezal de Maracipe, Pernambuco.

Figura 11. Ácaro (Eriophyidae, Tribo: Eriophyini, Nalepa), indutor da galha foliar em *Laguncularia racemosa* ocorrente no manguezal de Maracaípe, Pernambuco. Em (A) uma foto de microscopia e em (B) um desenho esquemático.

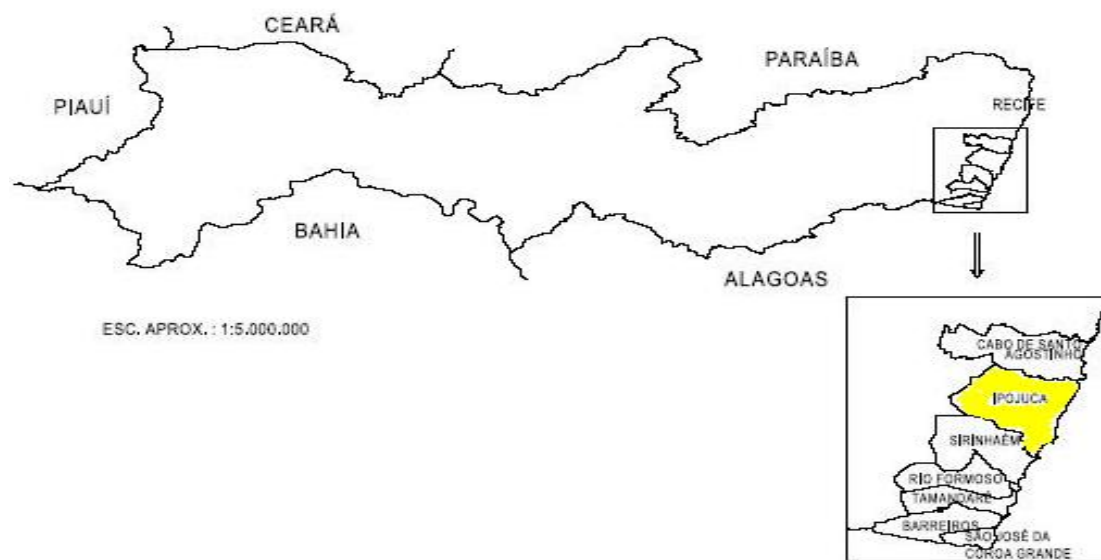


Fig. 1



Fig. 2

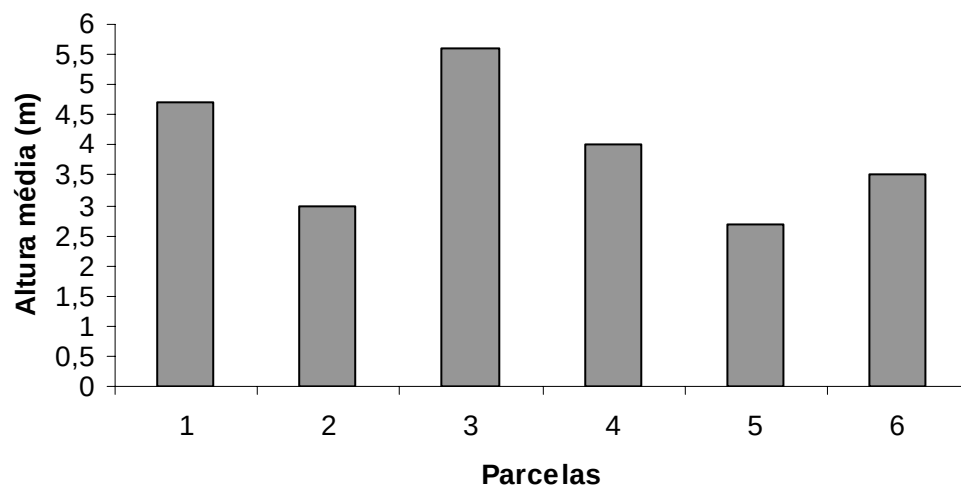


Fig. 3

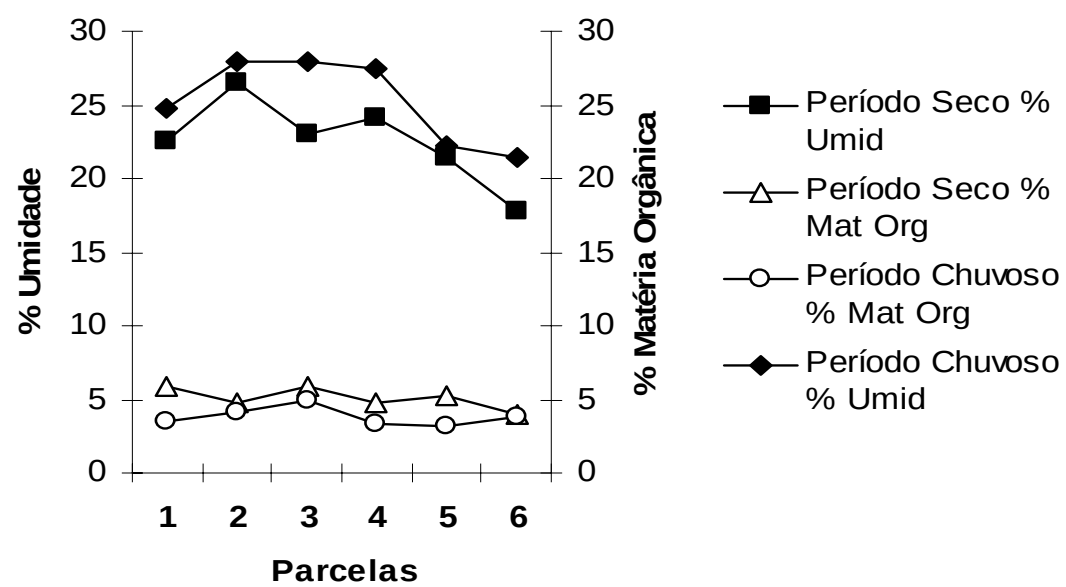


Fig. 4

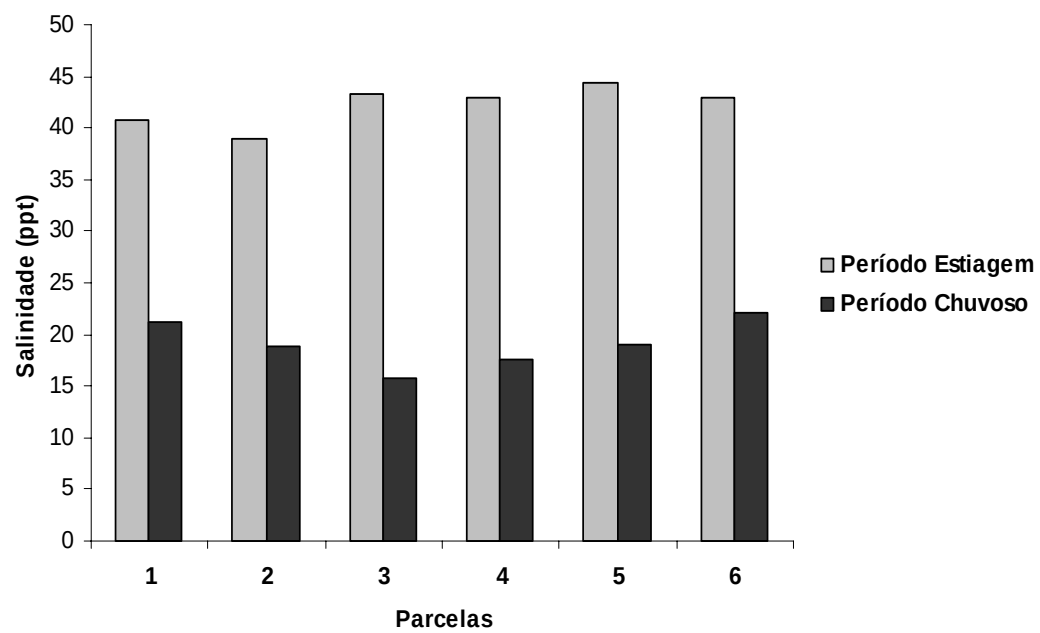


Fig. 5

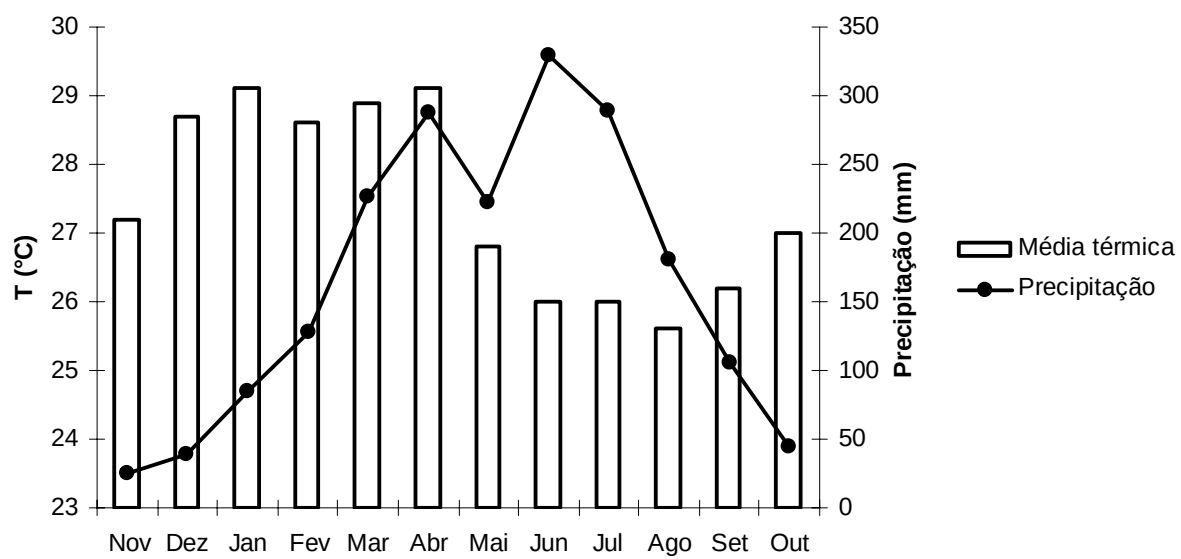


Fig. 6

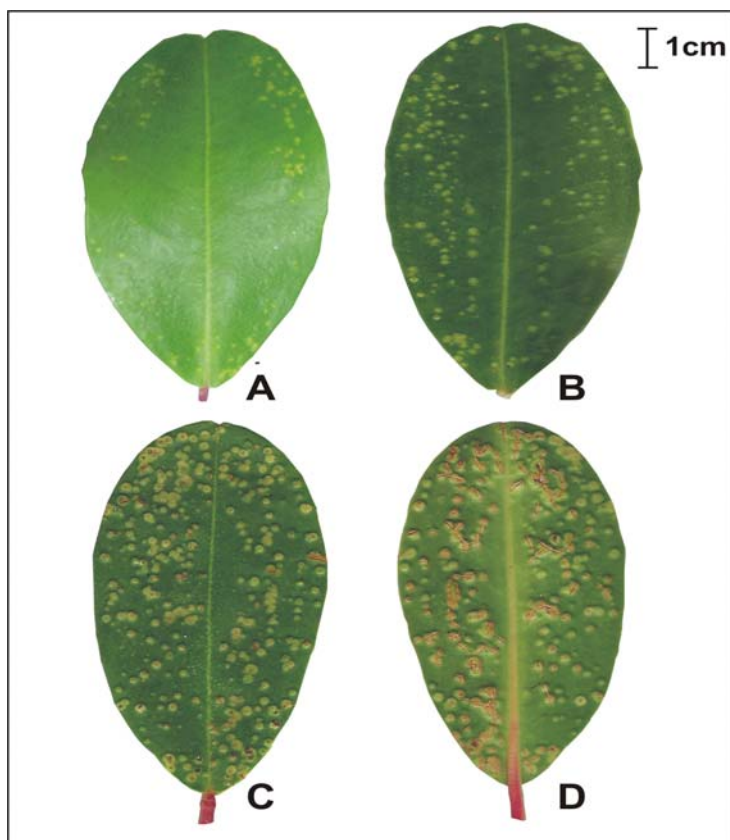


Fig. 7

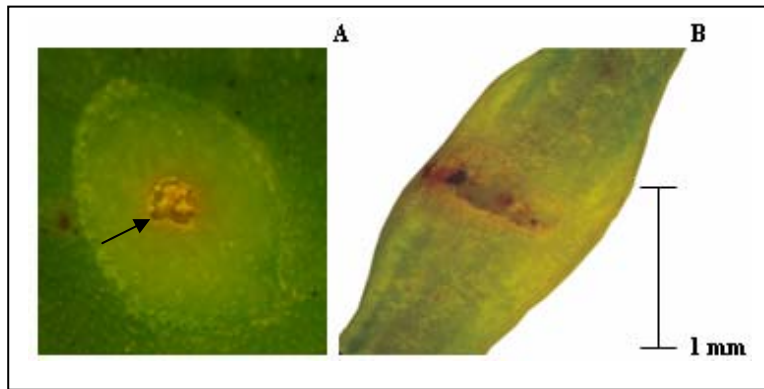


Fig. 8

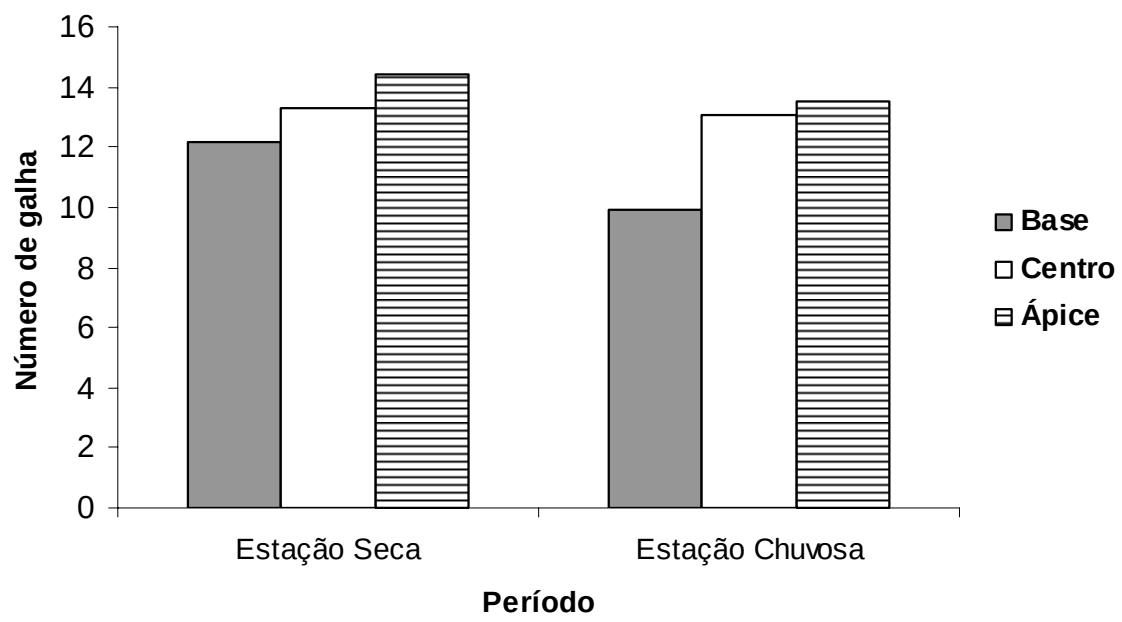


Fig. 9

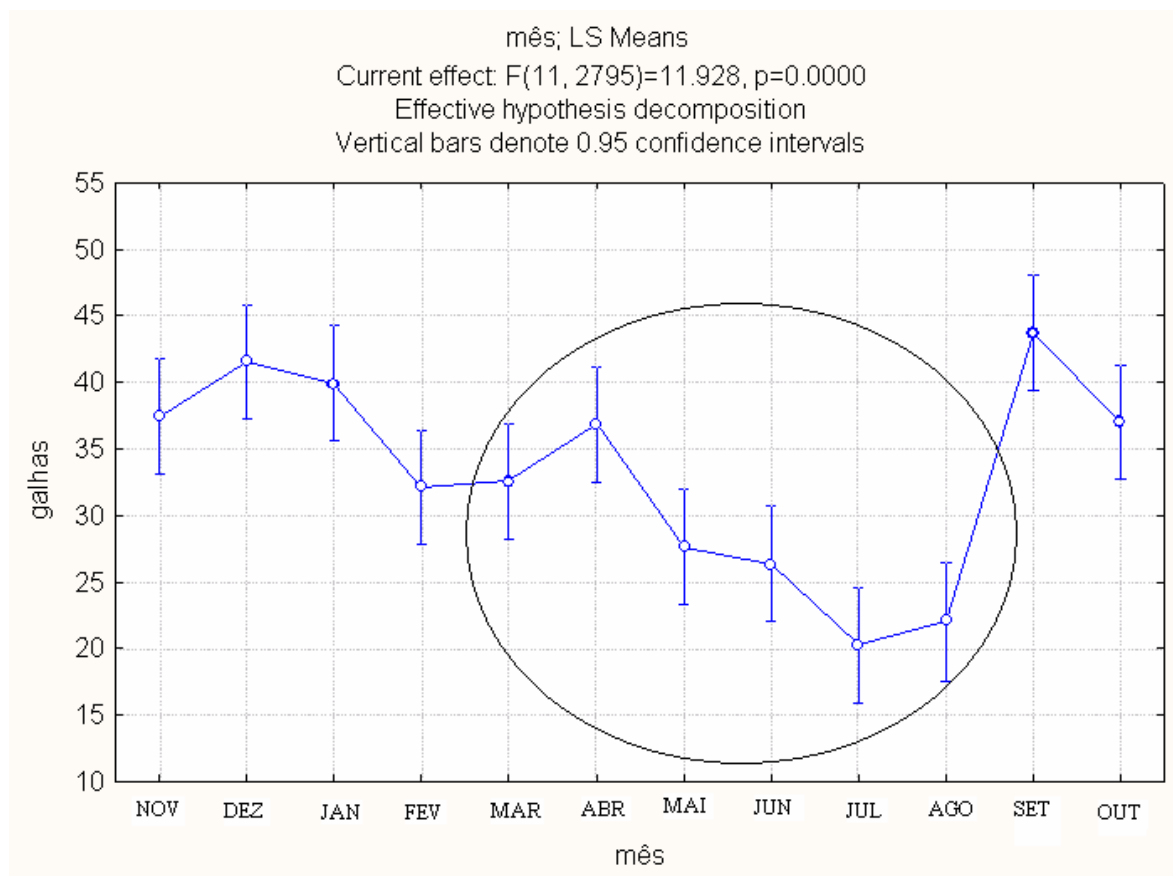


Fig. 10

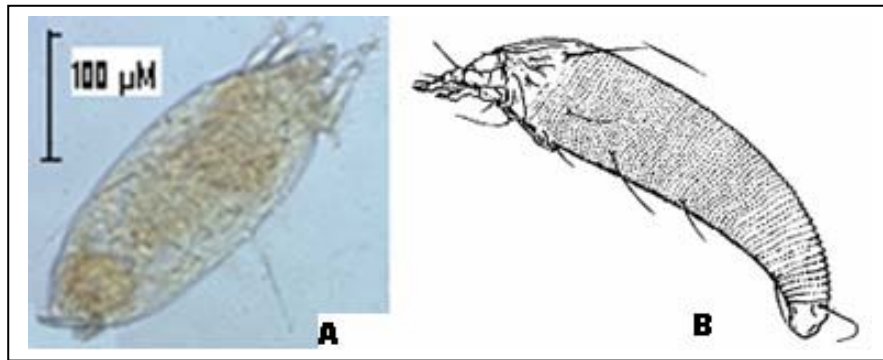


Fig. 11

CAPÍTULO 2

Galhas em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerten (Combretaceae): competidoras ou facilitadoras?

Manuscrito a ser enviado para o periódico Journal of Tropical Ecology

Galhas em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerten (Combretaceae): competidoras ou facilitadoras?

Isabela V. dos Santos^{*}, Julio Marcelino Monteiro[†], Jarcilene S. Almeida-Cortez^{*}.

Título resumido: Competição entre galhas e fitófagos mastigadores em mangue branco.

^{*} Departamento de Botânica, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Profº Moraes Rêgo, s/n, Cidade Universitária, 50670-901 – Recife, Pernambuco, Brasil

[†] Departamento de Biologia/ Área de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmão, 52.171-900 - Recife, Pernambuco, Brasil.

Resumo

A Competição interespecífica, dentre as interações entre espécies, é considerada uma das principais forças reguladora de populações, merecendo atenção em estudos de ecologia de populações e comunidades de herbívoros. O objetivo deste trabalho foi avaliar a competição entre galhas e insetos mastigadores em folhas de *Laguncularia racemosa* (Combretaceae). Foram realizadas excursões mensais (Novembro/2004 a Outubro/2005) ao manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE, para coletar folhas adultas de indivíduos de *L. racemosa*: 240 folhas consumidas por mastigadores (FC), 240 folhas consumidas e com galhas (FCG) e, 240 folhas galhadas (FG). Em agosto foram coletadas, além da amostragem acima citada, para a quantificação de fenóis 40 folhas sadias de indivíduos com baixa infestação pela galha (FS1) e 40 de indivíduos com alta infestação (FS2). FCG obteve uma menor área foliar perdida pelo herbívoro mastigador que FC. Foi registrada uma quantidade maior de fenóis em FS2 (35,63 mg) e FG (32,7 mg). Uma alta concentração de fenóis provavelmente está repelindo os fitófagos mastigadores. Sabe-se que herbívoros tendem a evitar folhas previamente herbivoradas, pois podem conter maior concentração de defesas químicas. Possivelmente a galha está influenciando o desempenho alimentar do inseto mastigador. Os compostos fenólicos demonstraram ser um bom indicativo de defesa induzida nas folhas de *L. racemosa* à infestação da galha.

Palavras-Chave: Competição, Defesas químicas induzidas, fenóis, herbivoria, galha foliar, interação interespecífica, *Laguncularia racemosa*, manguezal.

INTRODUÇÃO

O ecossistema manguezal se desenvolve em áreas protegidas da costa em regiões tropicais e subtropicais (Tomlinson 1986). Sua vegetação possui adaptações únicas que lhes permite ocupar o ecótono entre o ambiente terrestre e o oceano (Cerón-Souza *et al.* 2005). Essas adaptações incluem uma fixação mecânica no solo não consolidado, raízes respiratórias com estruturas de aeração e mecanismos especializados para eliminar o excesso de sal (Rebelo & Medeiros 1988). As plantas são vivíparas verdadeiras, isto é, a semente permanece presa à planta parental até a sua germinação, desprendendo-se em seguida (Tomlinson 1986).

As altas taxas de produtividade dos mangues, em muitos lugares, ultrapassam 2 t. ha⁻¹.ano⁻¹ (Ellison 2000), responsável por sustentar toda uma comunidade de organismos pelágicos (Robertson *et al.* 1992) e densas assembléias de pássaros tanto residentes quanto migratórios (Klein *et al.* 1995). Dessa forma, herbivoria em manguezal pode causar um significativo decréscimo na produtividade, logo medidas da sua intensidade e dos fatores envolvidos em seu controle são importantes para a compreensão e a gerência desse ecossistema (Johnstone 1981).

De acordo com Crawlei (1983), a herbivoria é considerada um processo ecológico que influencia o crescimento, a sobrevivência, a reprodução dos indivíduos, e subseqüentemente a abundância das populações vegetais. Os insetos fitófagos podem explorar as plantas, de diferentes formas: alimentando-se externamente, cortando e mastigando os tecidos vegetais, por sucção de células individuais ou do sistema vascular da planta, escavando o interior da planta e ainda induzindo a formação de galhas (Strong *et al.* 1984).

A competição interespecífica era pensada anteriormente como sendo uma interação fraca para influenciar qualquer dinâmica populacional ou estrutura de comunidades de insetos fitófagos (Strong 1982). No entanto, trabalhos mais recentes, baseados em estudos experimentais, têm demonstrado competição como sendo a força mais importante em ecologia de populações e comunidades de herbívoros (Denno *et al.* 1995). Ainda segundo os mesmos autores, a competição entre insetos fitófagos é provavelmente tão comum quanto em outro taxa, ocorrendo em 76% dos casos estudados.

Um exemplo de interação competitiva que tem sido largamente negligenciada é a competição entre herbívoros indutores de galha (Larson & Whitham 1997). As galhas são transformações atípicas de tecido e órgão vegetal, podendo ser causadas por diferentes organismos, como fungos, bactérias, nematóides, insetos e ácaros (Fernandes & Martins

1985). Do ponto de vista morfológico as galhas caracterizam-se pela hiperplasia e/ou hipertrofia de células, tecidos ou órgãos de plantas (Fernandes 1987).

O efeito da ação de dois herbívoros de espécies distintas em uma planta hospedeira, segundo Straus (1991), pode se dar de duas maneiras: (1) a presença de um herbívoro facilita a ação do outro, no qual essa atividade em conjunto torna-se fisiologicamente mais estressante para a planta (efeito aditivo) ou (2) a alimentação de uma espécie diminui o desempenho da outra, seja por competição interespecífica, seja por desencadear na planta hospedeira uma defesa induzida.

O objetivo deste trabalho visou entendermos melhor a interação interespecífica entre um ácaro indutor de galha e insetos mastigadores em folha de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerten (Combretaceae). Através de observações em campo, examinamos se as folhas com galha eram menos atacadas por herbívoros mastigadores e se havia indução de defesas químicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado no manguezal de Maracaípe (08° 32' 24" S e 35° 00' 27" W), município de Ipojuca, litoral sul do Estado de Pernambuco (Figura 1). O estuário do rio Maracaípe é caracterizado fisiograficamente, segundo a classificação de Cintrón *et al.* (1985), como bosque de mangue do tipo franja, pois se desenvolve ao longo das margens de costas protegidas, não evidenciando fortes gradientes físico-químicos. A precipitação média e a média térmica dos últimos cinco anos foram respectivamente 175 mm e 26,7°C, tendo um período de estiagem que vai de setembro a fevereiro e um chuvoso entre março e agosto (ITEP/LAMEPE). É uma região bastante explorada para o ecoturismo, constituindo-se numa fonte de renda extra para os moradores locais (Sobral 1998). A área de manguezal abrangida por este estudo, região da foz do estuário de Maracaípe ocupa uma área em torno de 329.532 m², dos quais aproximadamente 19.800 m² correspondem à área ocupada pela espécie *Laguncularia racemosa*.

Planta hospedeira estudada

A espécie *Laguncularia racemosa* tem como nome popular mangue-branco com ocorrência na porção mediana da zona entremarés das florestas de manguezal da América e África ocidental (Sobrado 2004). Tem como características, um par de glândulas

secretoras de sal na parte superior do pecíolo avermelhado (Medina 1999), folhas opostas, pecioladas, espessas e coriáceas, oblongas ou elípticas, com ápices arredondados e emarginados (Tomlinson 1986) e lâminas foliares variando de 4-11 cm de comprimento e 4-5 cm de largura (Schaeffer-Novelli & Cintrón 1986).

As folhas dessa espécie hospedeira são infestadas pela galha induzida por um ácaro (Acari: Eriophyidae, Tribo: Eriophyini, Nalepa) no manguezal de Maracaípe. Essa galha se caracteriza por apresentar um tamanho médio de comprimento e largura respectivamente de 1,5 x 1,0 mm, coloração esverdeada atravessando ambas as faces foliares. Uma maior infestação é encontrada durante o período de estiagem.

Teste da hipótese de competição

Foram realizadas excursões mensais a campo de novembro de 2004 a outubro de 2005, a fim de coletar folhas oriundas do 2º ou 3º par de folhas a partir do ápice do ramo, expostas ao sol, de indivíduos de *L. racemosa*, espacialmente distribuídos ao longo do estuário, nas seguintes categorias: 240 folhas consumidas por herbívoros mastigadores (FC), 240 folhas que além de estarem consumidas por mastigadores apresentavam galhas (FCG) e, 240 folhas apenas com galhas (FG). Nas duas primeiras categorias, todas as folhas coletadas eram escaneadas e suas áreas total, remanescente e consumida estimada pelo programa UTHSCSA IMAGETOOL 3.0. Foi obtida a área total segundo a metodologia proposta por Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986), que consiste em reconstituir na folha a área perdida para o herbívoro mastigador. Nas folhas galhadas foi contabilizado o número total de galha presente.

Em agosto, 40 folhas das 240 folhas coletadas mensalmente para cada categoria, foram destinadas para a análise quantitativa de fenóis. Além dessas, 40 folhas sadias amostradas de indivíduos de *L. racemosa* com baixa infestação pela galha (FS1) e 40 folhas sadias de indivíduos com alta infestação (FS2) foram coletadas a fim de comparar a concentração de fenóis totais presente em cada, pressupondo-se que haveria diferença. Escolheram-se indivíduos de *L. racemosa* presente em um ambiente homogêneo para a amostragem previamente citada com o objetivo de evitar possíveis diferenças abióticas que poderiam interferir nos resultados da quantificação.

Teste de defesa induzida

Para cada tipo de folha (FC, FCG, FG, FS1 e FS2) foram preparados extratos em metanol a 80%, com 500mg da parte vegetal seca, em estufa, para 5mL do solvente. Todo o procedimento foi realizado em triplicata. Análises dos extratos foram realizadas para determinação de fenóis totais pelo método Folin-Ciocalteu (Folin & Ciocalteu 1927, Mueller-Harvey 2001, Read *et al.* 2001, Queiroz *et al.* 2002). Alterações no protocolo foram inseridas visando à adequação aos teores de compostos fenólicos encontrados para cada situação da folha. O método Folin-Ciocalteu consistiu em adicionar alíquotas (0,5 mL) do extrato em um balão volumétrico de 100mL, contendo 75mL de água. Em seguida, foi adicionado 5mL do reagente Folin-Ciocalteu (solução aquosa a 10%), 10mL de solução de carbonato de sódio (0,75%) e completado o volume com água destilada. Depois agitado adequadamente, e aguardado trinta minutos em repouso, a absorbância foi lida a 760nm. O mesmo procedimento foi adotado para as soluções-padrão de ácido tânico nas seguintes concentrações: 0,1; 0,5; 1,0; 2,5 e 3,75 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, tendo como erro de ajuste $R^2 = 0,9941$ e equação da reta $y = 0,0523x + 0,0023$. A quantidade de fenóis foi expressa em mg de folha seca.

Quanto ao tratamento estatístico, a normalidade dos dados foi verificada pelo Teste Lilliefors (BIOESTAT 3.0), as áreas foliares foram comparadas pelo Teste G e o número total de galha tratado pelo teste de Mann-Whitney. Já para a concentração de fenóis totais utilizou-se o Teste de Tukey. O grau de significância usado foi $p < 0,05$ (Zar 1999).

RESULTADOS

Teste da hipótese de competição

Os grupos de insetos mastigadores observados foram: uma espécie de gafanhoto (Orthoptera) e uma lagarta não identificada (Lepidoptera). Estes herbívoros se alimentaram principalmente de folhas jovens de *L. racemosa*, estágio em que a galha é induzida pelo ácaro.

A porcentagem de herbivoria foi significativamente maior (Tabela 1; Figura 2) na FC quando comparada a FCG. O número total de galhas presentes na FG durante o período de amostragem foi significativamente maior que o encontrado para a FCG ($Z(U) = 3,57$; $P < 0,001$; Figura 3).

Teste de defesa induzida

As concentrações de fenóis totais obtidas para cada categoria de folhas analisadas diferiram significativamente uma das outras. A FG obteve a maior concentração, $32,7 \text{ mg} \pm 0,55$ (Tabela 2), quando comparada à FC e a FCG, estando à última com o menor valor dentre as demais ($3,64 \text{ mg} \pm 0,39$). Quando analisamos as concentrações encontradas para as folhas sadias, observamos na tabela 3 que a FS2 possuiu maior concentração ($35,63 \text{ mg} \pm 0,44$) que a FS1 ($14,09 \text{ mg} \pm 0,38$).

DISCUSSÃO

Teste da hipótese de competição

A galha parece estar influenciando o desempenho alimentar de insetos mastigadores, uma vez que folhas de *L. racemosa* sem galha apresentaram uma maior perda de área fotossintética para esses herbívoros. Segundo Waring & Price (1988) e Taper & Case (1987) a ação anti-herbívora dos compostos químicos nas plantas não é tão importante para indutores de galhas quanto é para herbívoros mastigadores, e, em muitos, casos galhas têm sido positivamente correlacionadas com altas concentrações de metabólicos secundários. Essa tendência também foi evidenciada neste estudo, pois a FG possuiu maior concentração de fenóis totais ($32,7 \text{ mg} \pm 0,55$) quando comparadas às FC ($7,4 \text{ mg} \pm 0,50$). Essa elevada concentração obtida pode ser devido à presença do ácido gálico, um tipo de composto fenólico encontrado frequentemente associado aos tecidos da galha (Motta *et al.* 2005, Cornelissen & Fernandes 2001b).

Cornelissen & Fernandes (2001a) explicam que a concentração de compostos fenólicos pode não afetar indutores de galhas por causa do modo de alimentação através da galha, permitindo ao indutor evitar essa estratégia defensiva da planta. Inbar *et al.* (1999) estudando o tipo de resposta que *Lycopersicon esculentum* (tomateiro) tem em relação à interação interespecífica de dois herbívoros: *Bemisia argentifolli* (Homoptera), sugador do floema, e *Liriomiza trifolli* (Diptera), minador foliar, verificou que este não influencia a atividade alimentar daquele, mas o oposto é verdadeiro, ou seja, folhas previamente consumidas pelo sugador foram evitadas pelo minador. Foi verificado que ambos induziam a produção de fitoquímicos de defesa na planta hospedeira, entretanto, esse composto químico afetou apenas o Diptera. A hipótese sugerida pelos autores para explicar o pequeno efeito que esse composto químico causava em *B. argentifolli* foi o tipo de sítio de alimentação utilizado

(floema), o que o torna menos exposto. Outros experimentos têm relacionado positivamente a concentração de compostos fenólicos com a infestação pela galha (Motta *et al.* 2005, Cornelissen & Fernandes 2001b) e negativamente com a intensidade de herbivoria por fitófagos mastigadores (Furlan *et al.* 2004).

O número total de galhas quantificado em cada mês (Figura 5) foi significativamente maior em FG que em FCG. Isso nos sugeriu que a perda de área fotossintética por causa dos herbívoros mastigadores influencia negativamente o número de galhas presente na folha, uma vez que disponibiliza menos recurso para o ácaro indutor e/ou por eventualmente algumas galhas serem consumidas juntamente com o tecido foliar, já que a atividade alimentar de ambos ocorre concomitantemente.

Teste de defesa induzida

Este é o primeiro trabalho que visou estudar defesas químicas induzidas em *L. racemosa*, sendo escolhido quantificar fenóis totais em suas folhas, pois é sabido da literatura que compostos fenólicos atuam de forma anti-herbívora nas plantas (Hagerman & Butler 1991, Philip *et al.* 1994). Este composto químico demonstrou ser um bom indicativo de defesa induzida à infestação à galha nas folhas da planta hospedeira no manguezal de Maracaípe, pois conforme pode ser observada na Tabela 3, a maior concentração obtida foi para a FS2 (amostradas de indivíduos de *L. racemosa* com alta infestação) demonstrando que as folhas não infestadas desses indivíduos, como um mecanismo defensivo de resposta, apresentam alta concentração de fenóis totais.

De acordo com Denno *et al.* (1995), interações interespecífica entre herbívoros fitófagos são frequentemente mediadas através de mudanças induzidas pela alimentação tanto no valor nutricional da planta quanto nos alleloquímicos. Resposta induzida na planta geralmente envolve reduções no nitrogênio da planta (Olmstead *et al.* 1997, Inbar *et al.* 1999), ou mudanças na variedade de compostos secundários (Inbar *et al.* 1999, Schultz 1988, El-Akkad 2004) no qual ambos podem interferir em outros herbívoros (Denno *et al.* 1995). Inbar *et al.* (1995), explica também que essas mudanças podem modificar a palatabilidade da planta, aumentar sua toxicidade, alterar sua anatomia, entre outras conseqüências. Podemos sugerir que, talvez, esteja ocorrendo uma redução na qualidade nutricional das folhas de *L. racemosa* quando infestada pela galha, o que acaba por interferir na atividade alimentar do herbívoro mastigador que vai em busca de folhas saudáveis para se alimentar. Brody & Karban (1989) verificaram que em plantas de algodão consumidas por ácaros fitófagos, ocorre uma diminuição da qualidade nutricional da planta como resposta induzida. Coernellisen &

Fernandes (2001a) sugerem que os herbívoros tendem a evitar folhas já danificadas pela ação de outros fitófagos, por causa da possível presença de uma maior concentração compostos químicos.

O fato de a herbivoria induzir resistência em plantas é um fenômeno bem documentado para os insetos mastigadores de folhas e para os ácaros fitófagos (Karban & Myers 1989). Diversos trabalhos têm tratado de interação interespecífica entre uma grande variedade de herbívoros, dentre os quais podemos citar: Fritz (1990) que estudou a competição entre quatro diferentes insetos formadores de galhas na mesma planta hospedeira (*Salix lasiolepis*); Gómez & González-Megías (2002) que analisaram a relação competitiva entre um vertebrado *Capra pyrenaica*, Capridae, e um besouro folívoro *Timarcha lugens*, Chrysomelidae na espécie de planta hospedeira *Hormathophylla spinosa* (Cruciferae) e Denno *et al.* (2000) que estudaram a competição entre dois insetos sugadores, *Prokelisia dolus* e *P. marginata* na planta hospedeira *Spartina alterniflora*, dentre outros.

O fato de ocorrer alguns indivíduos da planta hospedeira no manguezal de Maracaípe que apresentaram uma infestação pouco acentuada durante todo o tempo de estudo pode ser devido o mecanismo de locomoção do ácaro indutor, pois, de acordo com Keifer (1952), esse deslocamento se dá através da ação do vento ou aderido a pequenos animais como insetos. Por isso, talvez, o indutor ainda não tenha conseguido “alcançar” esses indivíduos para aí iniciarem novas galhas, ficando assim, restritos aos ramos já previamente galhados resultando na formação de um microambiente favorável ao desenvolvimento dessas populações de ácaros indutores de galha.

Podemos concluir através do estudo da interação interespecífica analisada neste trabalho na espécie hospedeira *Laguncularia racemosa* no manguezal de Maracaípe que a galha foliar induzida pelo ácaro está agindo de forma competitiva com os herbívoros mastigadores de folha, pois em todos os doze meses amostrados verificou-se que quando as folhas apresentavam galha eram menos consumidas pelos mastigadores. Estes provavelmente optam por se alimentarem em folhas saudáveis em oposição àquelas com galhas talvez como um mecanismo adaptativo para tentar evitar as altas concentrações de compostos fenólicos encontrados e/ou um menor valor nutricional nestas. Ainda, que, os compostos fenólicos totais demonstraram ser um bom indicativo de defesa induzida em *L. racemosa*, pois indivíduos dessa espécie de planta hospedeira altamente infestados pela galha possuíam folhas saudáveis com elevadas concentrações de fenóis.

LITERATURA CITADA

- BRODY, A. K. & KARBAN, R. 1989. Demographic analysis of induced resistance against spider mites (Acari: Tetranychidae) in cotton. *Journal of Economic Entomology* 82:462-465.
- CERÓN-SOUZA, I., TORO-PEREA, N. & CÁRDENAS-HENAO, H. 2005. Population genetic structure of neotropical mangrove species on the colombian pacific coast: *Avicennia germinans* (Avicenniaceae). *Biotropica* 37:258-265.
- CINTRÓN, G., LUGO, E. & MARTINEZ, R. 1985. Structural and functional properties of mangrove forests. Pp. 53-66 in D'Arcy, W. G. & Cprrea, M. D. (eds). *The botany and natural history of Panamá*, IV Series: monographs in siystematic botany, vol. 10. Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri.
- CORNELISSEN, T. G. & FERNANDES, G. W. 2001a. Induced defenses in the neotropical tree *Bauhinia brevipes* (Vog.) to herbivory: effects of damage-induced changes on leaf quality and insect attack. *Trees* 15 236-241.
- CORNELISSEN, T. G. & FERNANDES, G. W. 2001b. Defence, growth and nutrient allocation in the tropical shrub *Bauhinia brevipes* (Leguminosae). *Austral Ecology* 26:246-253.
- DENNO, R. F., MCCLURE, M. S. & OTT, J. R. 1995. Interspecific interations in phytophagous insects. *Annual Review of Entomology* 40:297-331.
- DENNO, R. F., PETERSON, M. A., GRATTON, C., GHENG, J., LANGELLOTTTO, G. A., HUBERTY, A. F. & FINK, D. L. 2000. Feeding-induced changes in plant quality mediate interspecific competition between sap-feeding herbivores. *Ecology* 81:1814-1827.
- EL- AKKAD, S. S. 2004. Biochemical Changes Induced in *Populus nigra* Leaves by Galling Aphids *Pemphigous populi*. *International Journal of Agriculture & Biology* 6:659-664.
- ELLISON, A. M. 2000. Mangrove restoration: do we know enough? *Restoration Ecology* 8:219-229.
- FERNANDES, G. W. 1987. Gall forming insects: their economic importance and control. *Revista Brasileira de Entomologia* 31:379-398.
- FERNANDES, G. W. & MARTINS, R. P. 1985. Tumores de plantas as galhas. *Revista Ciência Hoje* 4:59-64.
- FOLIN, O. & CIOCALTEAU, V. 1927. On tyrosine and tryptophane determination in proteins. *Journal of Biology and Chemistry* 73:424-427.

- FRITZ, R. S. 1990. Variable competition between insect herbivores on genetically variable host plant. *Ecology* 71:2008-2011.
- FURLAN, C. M., SALATINO, A. & DOMINGOS, M. 2004. Influence of air pollution on leaf chemistry, herbivore feeding and gall frequency on *Tibouchina pulchra* leaves in Cubatão (Brazil). *Biochemical Systematics and Ecology* 32:253-263.
- GOMÉZ, J. M. & GONZÁLEZ-MEGÍAS, A. 2002. Asymmetrical interactions between ungulates and phytophagous insects: being different matters. *Ecology* 83:203-211.
- HAGERMAN, A. E. & BUTLER, L. G. 1991 Tannins and Lignins. Pp. 355-375 in Rosenthal, G. A. & Berenbaum, M. R. (eds.). *Herbivores: their interactions with secondary plant metabolites*. 2° ed., vol. I.
- INBAR, M., DOOSTDAR, H., LEIBEE, G. L. & MAYER, R. T. 1999. The role of plant rapidly induced responses in asymmetric interspecific interactions among insect herbivores. *Journal of Chemical Ecology* 25:1961-1977.
- INBAR, M., ESHEL, A. & WOOL, D. 1995. Interspecific competition among phloem-feeding insects mediated by induced host-plant sinks. *Ecology* 76:1506-1515.
- JOHNSTONE, I. M. 1981. Consumption of leaves by herbivores in mixed mangrove stands. *Biotropica* 13:252-259.
- KARBAN, R. & MYERS, J. H. 1989. Induced plant responses to herbivory. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20:331-348.
- KEIFER, H. H. 1952. *The eriophid mites of California*. Cambridge University Press, London, England. 127 pp.
- KLEIN, M. L., HUMPHREY, S. R. & PERCIVAL, H. F. 1995. Effects of ecotourism on distribution of waterbirds in a wildlife refuge. *Conservation Biology* 9:1454-1465.
- LARSON, K. C. & WHITHAM, T. G. 1997. Competition between gall aphids and natural plant sinks: plant architecture affects resistance to galling. *Oecologia* 109:575-582.
- MEDINA, E. 1999. Mangrove physiology: the challenge of salt, heat and light stress under recurrent flooding. Pp. 109–126 in Yáñez-Arancibia A. & Lara-Domínguez A. L (eds). *Ecosistemas de manglar en América tropical*. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, México. UICN/ORMA Costa Rica, NOAA/NMFS, Silver Spring, Md.USA.
- MOTTA, L. B., KRAUS, J. E., SALATINO, A. & SALATINO, M. L. F. 2005. Distribution of metabolites in galled and non-galled foliar tissues of *Tibouchina pulchra*. *Biochemical systematics and ecology* 33:971-981.
- MUELLER-HARVEY, I. 2001. Analysis of hydrolysable tannins. *Animal Feed Science and Technology* 91:3-20.

- OLMSTEAD, K. L., DENNO R. F., MORTON, T. C. & ROMEO, J. T. 1997. Influence of Prokelisia planthoppers on the amino acid composition and growth on *Spartina alterniflora*. *Journal of Chemical Ecology* 23:303-321.
- PHILIP, J. L., MITCHELL, S. F. & SCOTT, D. 1994. Willow leaf and periphyton chemical composition, and the feeding preferences of *Olinga feredayi* (Trichoptera: Conoesucidae). *New Zealand Journal of Marine Freshwater Research* 28:13-18.
- QUEIROZ, C. R. A. A., MORAIS, S. A. L. & NASCIMENTO, E. A. 2002. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). *Revista Árvore* 26:485-492.
- READEL, K., SEIGLER, D., HWANG, K. & KESSY, J. 2001. Tannins from mimosoid legumes of Texas and México. *Economic Botany* 55:212-222.
- REBELO, F. C. & MEDEIROS, T. C. 1988. *Cartilha do Mangue*. São Luís; Ed. EDUFMA, 31 pp.
- ROBERTSON, A. L., ALONGI, D. M. & BOTO, K. G. 1992. Food chains and carbon fluxes. in Robertson, A. L. & Alongi, D. M (eds.) *Tropical mangrove ecosystems*. American Geophysical Union, Washington, D.C.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & CINTRÓN, G. 1986. *Guia para estudos em áreas de manguezal: Estrutura, função e flora*. São Paulo: Caribbean Ecological Research; 150 pp.
- SOBRADO, M. A. 2004. Influence of external salinity on the osmolality of xylem sap, leaf tissue and leaf gland secretion of the mangrove *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. *Trees* 18:422-427.
- STRAUS, S. Y. 1991. Direct, indirect, and cumulative effects of three native herbivores on a shared host plant. *Ecology* 72:543-558.
- STRONG, D. R., LAWTON, J. H. & SOUTHWOOD, T. R. E. 1984. *Insects on plants*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- STRONG, D. R. 1982. Harmonious coexistence of hispine beetles on *Heliconia* in experimental and natural communities. *Ecology* 77:2212-2218.
- TAPER, M. L. & CASE, T. J. 1987. Interactions between oak tannins and parasite community structure: unexpected benefits of tannins to cynipid gall wasps. *Oecologia* 71:254-261.
- TOMLINSON, P. B. 1986. *The botany of mangroves*, Cambridge University Press, 419 pp.
- WARING, G. L. & PRICE, P. W. 1988. Consequences of host plant chemical and physical variability to na associated herbivore. *Ecological Research* 3:205-216.
- ZAR J. H. 1999. *Biostatistical analisis*. Prentice Hall International Inc. Upper Saddle River, New Jersey. 660 pp.

Tabela 1. Tratamento estatístico (teste G) aplicado entre os valores de área total e área consumida pelo herbívoro mastigador nas folhas de *Laguncularia racemosa* nas categorias: folha exclusivamente consumida e folha consumida e com galha para cada mês amostrado (2004-2005) no manguezal de Maracaípe, PE.

	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
Valor do teste	1,11	0,13	11,52	16,16	18,7	0,17	13,8	4,42	63,8	33,6	72	48,72
p	0,3	0,71	0	0	0	0,7	0	0,03	0	0	0	0

Tabela 2. Concentração de fenóis totais (mg) em folhas de *Laguncularia racemosa* nas seguintes situações: folha galhada, folha consumida, folha consumida e com galha, coletadas em agosto 2005, no manguezal de Maracaípe, Pernambuco.

Tipo de Folha	mg	%
FG	$32.7 \pm 0,55$	6.54 ± 0
FC	$7.4 \pm 0,5$	1.48 ± 0
FCG	$3.64 \pm 0,39$	0.79 ± 0

Tabela 3. Concentração de fenóis totais (mg) em folhas de *Laguncularia racemosa* nas seguintes categorias: folha sadia 1 (amostradas de indivíduos com baixa infestação) e folha sadia 2 (proveniente de indivíduos altamente infestados), coletadas em agosto 2005, no manguezal de Maracaípe, Pernambuco.

Tipo de Folha	mg	%
FS1	14.09 ± 0,38	2.82 ± 0
FS2	35.63 ± 0,44	7.13 ± 0

Lista de Figuras:

Figura 1. Mapa do Brasil, do Estado de Pernambuco evidenciado em amarelo o município de Ipojuca onde está localizado o manguezal de Maracaípe e foto aérea do estuário.

Figura 2. Porcentagem de área foliar perdida pela herbivoria na folha consumida (•) e na folha consumida e com galha (□) ao longo de doze meses de estudo (2004/2005) no manguezal de Maracaípe, Pernambuco (*P <0,05).

Figura 3. Número total de galhas encontrado na folha consumida e com galha (■) e na folha galhada (•) da espécie *Laguncularia racemosa* ao longo de doze meses de observação (2004/2005) no manguezal de Maracaípe, Pernambuco.

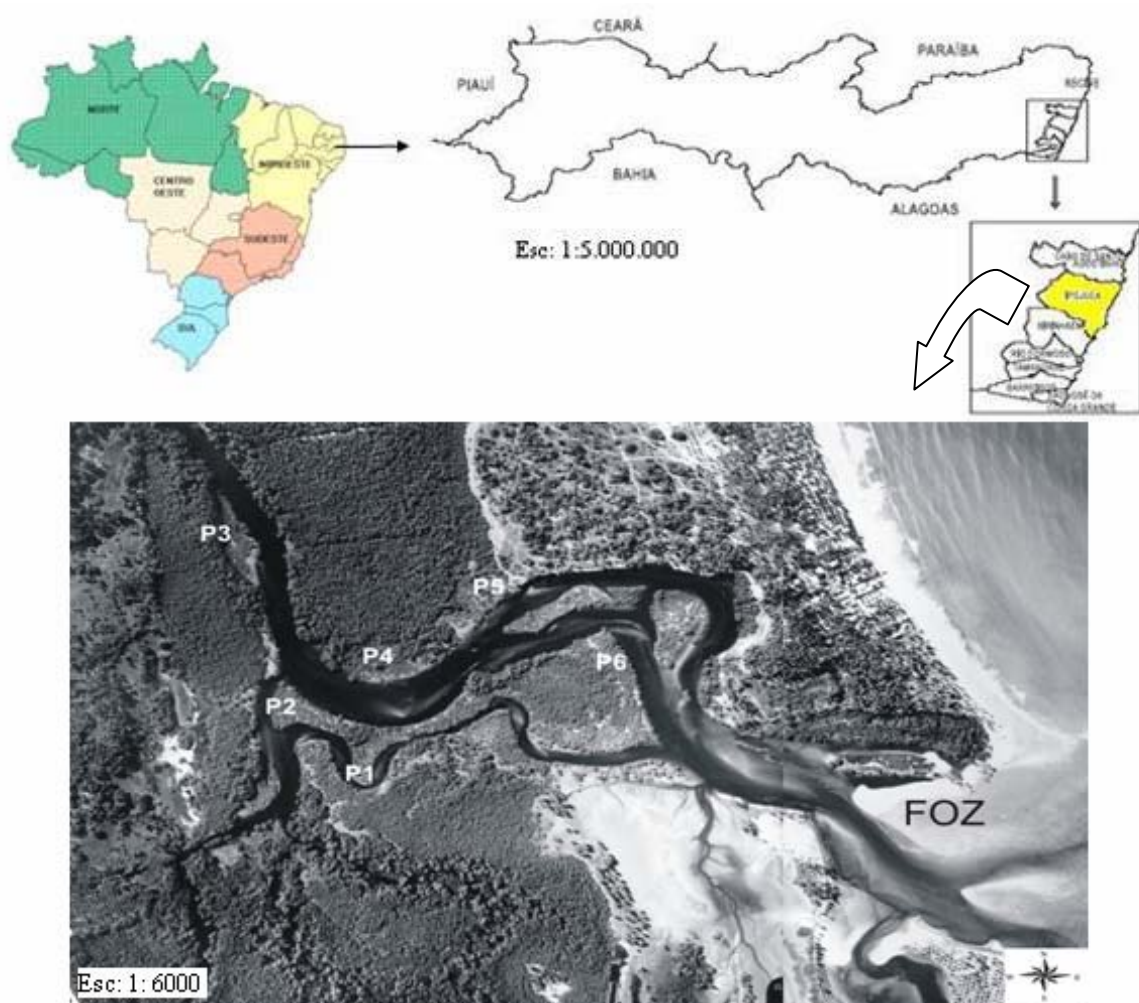


Fig. 1

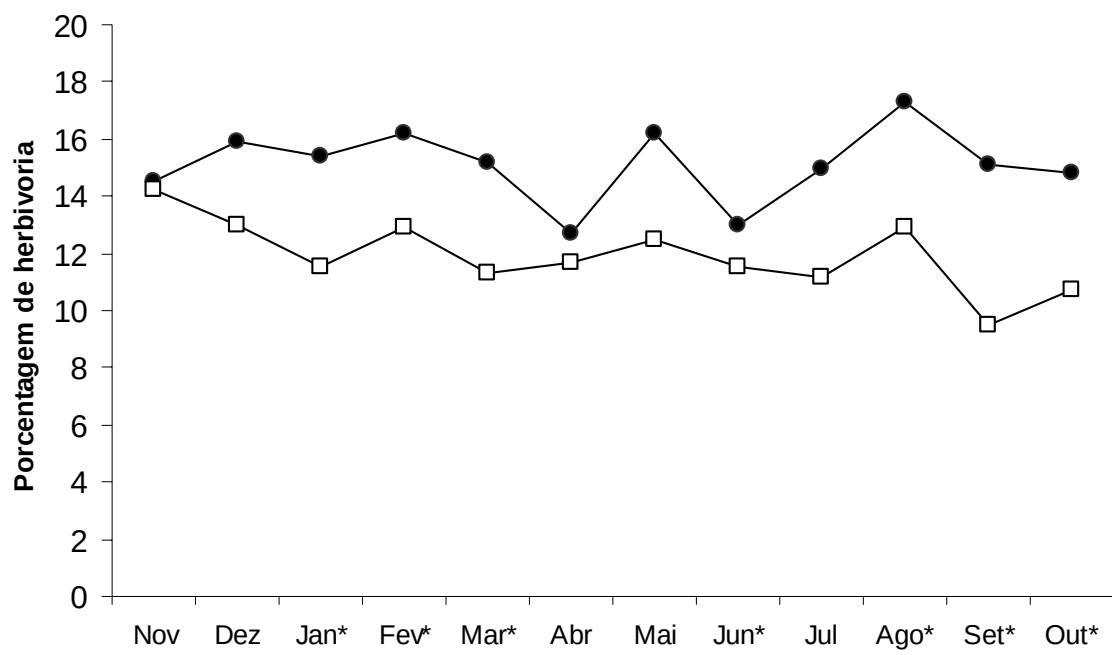


Fig. 2

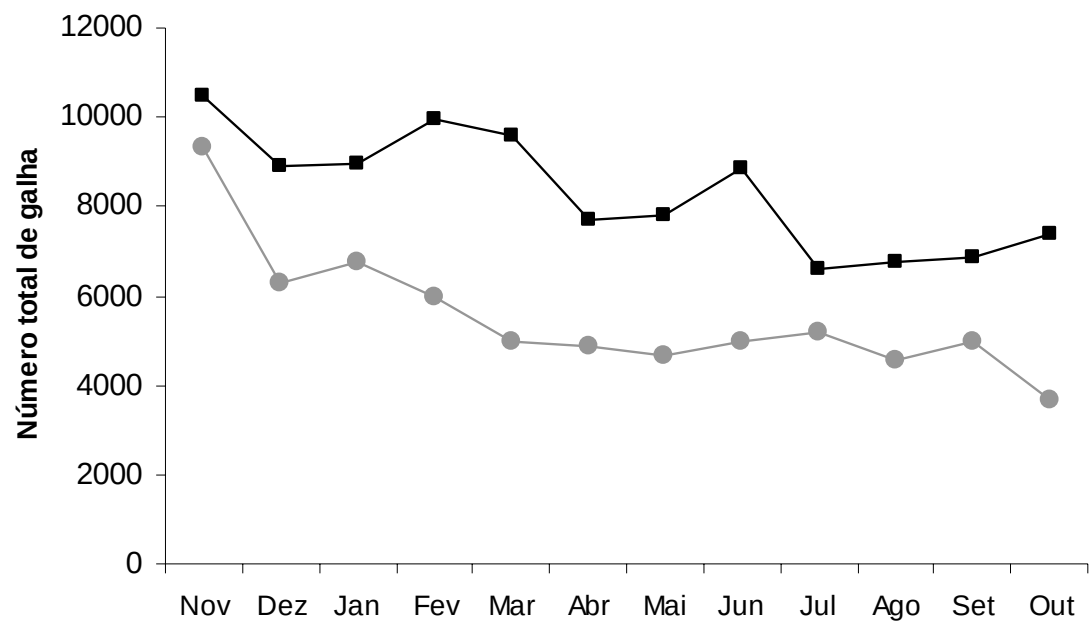


Fig. 3

Conclusões

Ao término de doze meses de observações realizadas em *Laguncularia racemosa* no manguezal de Maracaípe, em Pernambuco, podemos enumerar as seguintes conclusões:

- A galha induzida por um ácaro da família Eriophyidae na planta hospedeira *Laguncularia racemosa* (Combretaceae) apresentou-se exclusivamente nas folhas. Possui uma coloração esverdeada e atravessa ambas as faces foliares.

- Há uma tendência preferencial do ácaro em induzir a galha em direção ao ápice foliar.

- O ácaro indutor provavelmente pertence a um novo gênero ainda não descrito na literatura.

- Houve influência da sazonalidade no nível de infestação da galha. A estação chuvosa apresentou significativamente menor ocorrência desta que a estação de estiagem. Naquele mesmo período notou-se que a presença da galha teve um efeito negativo no desenvolvimento das folhas acarretando nestas menores áreas foliares quando infestadas em comparação às folhas sadias.

A galha parece estar influenciando o desempenho alimentar de insetos mastigadores, uma vez que folhas de *L. racemosa* com ausência da mesma sofre uma maior perda de área fotossintética através desse herbívoro.

- Os grupos de insetos mastigadores observados foram: uma espécie de gafanhoto (Orthoptera) e uma lagarta não identificada (Lepidoptera). Estes herbívoros se alimentam principalmente de folhas jovens da planta hospedeira.

- A folha galhada possuiu significativamente maior número de galhas quando comparada à folha herbivorada/galhada, sugerindo que a perda de área fotossintética por causa do herbívoro mastigador influencia negativamente o número de galhas presente na folha, uma vez que disponibiliza menos recurso para o ácaro indutor e/ou por, eventualmente, algumas galhas serem herbivoradas juntamente com o tecido foliar.

- A quantificação de compostos fenólicos nas folhas de *Laguncularia racemosa* demonstrou ser um bom indicativo de defesa induzida nessa espécie.

A ocorrência de indivíduos de *L. racemosa* altamente infestados pela galha no manguezal de Maracaípe, pode nos sugerir se tratar de uma maior susceptibilidade a indução uma vez que também foi observado indivíduos da mesma espécie hospedeira com pouca ou nenhuma ocorrência da galha em suas folhas, podendo estes provavelmente serem mais resistentes. No entanto a quantificação dos compostos fenólicos totais refletiu bem este

cenário, pois folhas sadias proveniente da primeira situação obtiveram maior concentração de fenol que da segunda.

Resumo Geral

A Competição interespecífica, dentre as interações entre espécies, é considerada uma das principais reguladora de populações, merecendo atenção em estudos de ecologia das populações e comunidades de herbívoros. Um exemplo que tem sido negligenciada é a competição entre indutores de galha. Estas se caracterizam por serem uma transformação atípica de tecido e/ou órgão vegetal, podendo ser causada por ácaros, insetos, etc. Para melhor entendermos a interação entre um ácaro indutor de galha foliar e insetos mastigadores em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerten, caracterizamos a galha observando se havia influência de sazonalidade na sua demografia e examinamos se folhas infestadas sofre menos ataque de herbívoro mastigador e, ainda se ocorre defesa induzida na planta. Foram realizadas excursões mensais ao manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE (Novembro/2004 a Outubro/2005), para coletar folhas adultas de 60 indivíduos de *L. racemosa*: 40 folhas apenas herbivoradas por mastigadores (FH), 40 folhas herbivoradas e com galhas (FHG) e, 40 folhas apenas galhadas (FG). As áreas foliares destas foi obtida pelo programa ImageTool 3.0. Em agosto além destas descritas acima foram coletadas para análise quantitativa de fenóis (método Folin-Ciocalteu, Teste de Tukey) 40 folhas sadias de indivíduos com pouca infestação pela galha (FS1) e 40 folhas sadias de indivíduos com alta infestação (FS2). Para a caracterização da galha dividiu-se o manguezal em seis parcelas (30 x 30m). Coletaram-se mensalmente no mesmo período 40 folhas galhadas (2°- 3° par de folhas expostas ao sol) por parcela. Foram ainda coletadas 40 folhas sadias/parcela no mês de Janeiro (época seca) e em Julho (época chuvosa) para comparar as áreas foliares (Teste de Mann-Wthiney) entre estas e a folha galhada. Para analisar a distribuição espacial da galha na folha e para o nível de infestação ao longo dos meses utilizou-se Teste de Kruskal-Wallis. A galha foliar induzida pelo ácaro (Acari: Eriophyidae, Tribo: Eriophyini, Nalepa) atravessa ambas as faces foliares, tem coloração esverdeada, formato arredondado e tamanho médio de comprimento e altura de 1,5 x 1,0 mm, respectivamente. Foi encontrada uma média 35 indivíduos adultos e juvenis por galha. Foi observado uma tendência preferencial do ácaro em induzir galha próxima ao ápice foliar ($p < 0,01$). Os ácaros tendem a se deslocar em grupos em direção ao ápice do ramo em que se encontram, para induzirem novas galhas em folhas jovens, por estas serem mais tenra. A comparação da área foliar entre as folhas galhada e sadia só apresentou diferença estatística para a estação chuvosa ($Z = 39,4$; $p = < 0,05$; $N = 240$), estando à folha galhada com menor área. Neste mesmo período o número de galhas encontrado é significativamente menor, talvez como uma consequência da locomoção dos ácaros (geralmente através do vento) ficarem

comprometida por causa das chuvas. Possivelmente a galha está influenciando o desempenho alimentar de insetos mastigadores, uma vez que folhas de *L. racemosa* com ausência da mesma sofre uma maior perda de área foliar através desse herbívoro. Foi registrada uma quantidade maior de fenóis em FS2 (35,63) e FG (32,7). Uma alta concentração de fenóis provavelmente está repelindo os fitófagos mastigadores. Sabe-se que herbívoros tendem a evitar folhas previamente herbivoradas por estas geralmente conter grandes concentrações de defesas químicas. A quantificação de fenóis não demonstrou ser um bom indicativo de defesa induzida em *L. racemosa*, pois grandes concentrações foram obtidas na folha sadia.

Palavras-chaves: Eriopyidae, Herbívoro, *Laguncularia racemosa*, Manguezal.

General Abstract

Interspecific competition is an important force in the ecology of the populations and communities of herbivores. An example that has been neglected is the competition between inductors of gall. These if characterize for being an atypical fabric transformation and/or vegetal agency, being able to be caused by mites, insects, etc. Better to understand the interaction enters foliar an inductive mite of gall and chewing insects in *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerten, we characterize in this work gall observing if it had influence of rainy/dry periods in its demography and we examine if leaves infested for the same one suffer little attack from chewing herbivore and, still if it occurs induced defense in the plant. Monthly excursions to the mangrove of Maracaípe, Ipojuca, PE, Brazil had been carried through, (November/2004 to October/2005), to collect leaves of sixty individuals of *L. racemosa*, in the situations: 40 leaves only with the action of chewing herbivores (FH), 40 that besides being chewing they presented galls (FHG) e, 40 only with galls (FG). The foliares areas of these were gotten by the program ImageTool 3.0. In August beyond these described ones 40 healthy leaves of individuals with little infestation for gall (FS1) and 40 healthy leaves of individuals with accented infestation had been above collected for quantitative phenol analysis (Folin-Ciocalteau method, Test of Tukey) (FS2). For the characterization of gall the mangrove was divided in six parcels (30 x 30m) to monthly collect in the same period 40 galled leaves (2° - 3° pair of leaves displayed to the sun) for parcel. Still 40 healthy leaves/parcel had been collected in the month of January (dry period) and in July (rainy period) in order to compare the foliares areas (Test of Mann-Wthiney) between these and the galled leaf. To analyze the space distribution of gall in the leaf and for the level of

infestation to the long one of the months, Test of Kruskal-Wallis was used. Gall foliar induced for the mite (Acari: Eriophyidae, Tribe: Eriophyini, Nalepa) is presented crossing the foliar faces, has green coloration, format rounded off and so great medium of length and height of 1,5 x 1,0 mm, respectively. They had been found an average 35 individuals/gall. It has a preferential trend of the mite in inducing gall next to the foliar apex ($p < 0.01$). The comparison of the foliar area between galled and healthy leaves only presented difference statistics for the rainy station ($Z = 39,4$; $p = < 0,05$; $N = 240$), being to the galled leaf with minor area. In this exactly period the number of galls found is significantly lesser, perhaps as a consequence of the locomotion of the mites (generally through the wind) to be engaged because of rains. Gall seems to be influencing the alimentary performance of chewing insects, since leaves of *L. racemosa* with absence of the same one suffers a bigger loss of foliar area through this herbivore. The phenol quantification was bigger in the FG (32,7) than in FHG and FH. One high phenol concentration in this probably is repelling the chewing. One knows that herbivores they tend to prevent leaves previously attacked by insects because this generally containing great concentrations of chemical defenses. The phenol quantification did not demonstrate to be a good indicative of induced defense in *L. racemosa*, therefore great concentrations had been gotten in the healthy leaf.

Key-words: Eriophyidae, Herbivore, *Laguncularia racemosa*, Mangrove.

ANEXO 1

Estuarine, Coastal and Shelf Science

Guide for Authors

http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/622823/description#description

General

It is essential to provide a fax number and e-mail address when submitting a manuscript. Articles must be written in good English. Submission of an article is understood to imply that the article has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all Authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the Publisher.

Submission of Papers

Estuarine, Coastal and Shelf Science uses an online, electronic submission system. By accessing the website <http://ees.elsevier.com/ecss>, authors will be guided stepwise through the submission process and uploading of the various files. When submitting a manuscript to Elsevier Editorial System, authors need to provide an electronic version of their manuscript. For this purpose original source files, not PDF files, are preferred. The author should specify a category designation for the manuscript (full length article, review article, short communication, etc.). Authors may send queries concerning the submission process to the Author Support Department. Once the submission files are uploaded, the system automatically generates an electronic (PDF) manuscript, which is then used for reviewing. All correspondence, including the Editor's decision and request for revisions, will be by e-mail.

Copyright

Upon acceptance of an article by the journal, Author(s) will be asked to transfer copyright (for more information on copyright see <http://authors.elsevier.com>). This transfer will ensure the widest possible dissemination of information. A letter will be sent to the corresponding Author confirming receipt of the manuscript. A form facilitating transfer of copyright will be provided. If excerpts from other copyrighted works are included, the Author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier

has preprinted forms for use by Authors in these cases: contact Elsevier's Rights Department, Oxford, UK: phone (+44) 1865 84830, fax (+44) 1865 853333, email permissions@elsevier.com. Requests may also be completed on-line via the Elsevier homepage <http://www.elsevier.com/locate/permissions>.

Preparation of Texts

We accept most word processing formats for accepted articles, but Word, WordPerfect or LaTeX is preferred. Always keep a backup copy of the electronic file for reference and safety. Save your files using the default extension of the program used. No changes to the accepted version are permissible without the explicit approval of the Editor. It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the wordprocessor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. Do not embed 'graphically designed' equations or tables, but prepare these using the wordprocessor's facility. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (also see the Author Gateway's Quickguide: <http://authors.elsevier.com>). Do not import the figures into the text file, but, instead, indicate their approximate locations directly in the electronic text and on the manuscript. Also see the section on [Preparation of electronic illustrations](#).

LaTeX documents

If the LaTeX file is suitable, proofs will be produced without rekeying the text. The article should preferably be written using Elsevier's document class "elsart", or alternatively the standard document class "article". The Elsevier LaTeX package (including detailed instructions for LaTeX preparation) can be obtained from the Author Gateway's Quickguide: <http://www.elsevier.com/locate/latex>. It consists of the files: elsart.cls, guidelines for users of elsart, a template file for quick start and the instruction booklet "Preparing articles with LaTeX".

Presentation of Manuscript

General

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors whose native language is not English are recommended to seek the advice of a colleague who has English as their mother tongue.

English Language help service: upon request, Elsevier will direct authors to an agent who can check and improve the English of their paper (before submission). Please contact authorsupport@elsevier.com for further information.

Provide the following data on the title page (in the order given)

Title

Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

Author names and affiliations

Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and, if available, the e-mail address of each author.

Corresponding author

Clearly indicate who is willing to handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address.

Present/permanent address

If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required (maximum length 500 words.) The abstract should state briefly the purpose of the research, the methods used, the principal results and the main results. An abstract is often presented separate from the article, so it must be able to stand alone.

Keywords

Immediately after the abstract, provide up to six keywords, plus regional index terms. At least four of the subject keywords should be selected from the Aquatic Science & Fisheries Thesaurus. An electronic version of the Thesaurus can be found at <http://www4.fao.org/asfa/asfa.htm>. You may find a paper version in your library. The Regional Terms should be provided as a hierarchical string (eg: USA, California, Monterey

Bay). Authors are also encouraged to submit geographic bounding coordinates at the end of the keyword string. These keywords will be used for indexing purposes.

Body of the article

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Also use this numbering for internal cross-referencing; do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

In the Introduction, state the objectives of the work, and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Results should be clear and concise. The Discussion should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

A short Conclusions section is to be presented. Place Acknowledgements, including information on grants received, before the references in a separate section, and not as a footnote on the title page.

Figure captions, tables, figures and schemes should be presented in this order at the end of the article. They are described in more detail below.

Paper Length

Authors should try to confine the text to no more than 14-16 pages, with a total manuscript length (including figures and tables) of 30-35 pages.

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article, using superscript Arabic numbers. Many word processors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves on a separate sheet at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list. Indicate each table footnote in a table with a superscript lowercase letter.

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

References

Responsibility for the accuracy of bibliographic citations lies entirely with the Author(s). Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list, they should follow the standard reference style of the journal, and should include a substitution of the publication date with either "Unpublished results" or "Personal communication". Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

All citations in the text should refer to:

1. Single Author's name (without initials) and year of publication.
2. Two Authors' names and the year of publication.
3. Three or more Authors; first Author's name followed by "et al." and the year of publication.

In the list of references names of authors and all co-authors must be given in full.

References in the text should be arranged chronologically.

References in the Reference List should be arranged first alphabetically, and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same Author(s) in the same year, must be identified by the letters "a", "b", "c", etc., placed after the year of publication.

Examples:

References to a journal publication:

Names and initials of all authors, year. Title of paper. Journal name (given in full), volume number: first and last page numbers of the paper.

Gooday, A.J., Bett, B.J., Shires, R., Lambshead, P.J.D., 1998. Deep-sea benthic foraminiferal species diversity in the NE Atlantic and NW Arabian sea: a synthesis.

Deep Sea Research Part II 45, 165-201.

References to a book:

Names and initials of all authors, year. Title of the book. Publisher, location of publisher, total number of pages.

Fennel, W. and Neumann, T., 2004. Introduction to the Modelling of Marine Ecosystems. Elsevier, Amsterdam, 297 pp.

Reference to a chapter in an edited book:

Names and initials of all authors, year. Title of paper. Names and initials of the volume editors, title of the edited volume. Publisher, location of publisher, first and last page numbers

of the paper.

Thomas, E., 1992. Middle Eocene-late Oligocene bathyal benthic foraminifera (Weddell Sea): faunal changes and implications for ocean circulation. In: Prothero, D.R., Berggren, W.A. (Eds.), *Eocene Oligocene Climatic and Biotic Evolution*. Princeton Univ. Press, Princeton, NJ, pp. 245-271.

Conference proceedings papers:

Names and initials of all authors, year. Title of paper. Name of the conference. Publisher, location of publisher, first and last page numbers of the paper. Smith, M.W., 1988. The significance of climatic change for the permafrost environment. Final Proc. Int. Conf. Permafrost. Tapir, Trondheim, Norway, pp. 18-23.

Unpublished theses, reports, etc.: Use of unpublished theses and reports is discouraged. If they are essential and the editors agree, you must supply:

Names and initials of all authors, year. Title of item. All other relevant information needed to identify the item (e.g., technical report, Ph.D. thesis, institute, current status i.e. in press/unpublished etc.).

Moustakas, N., 1990. Relationships of Morphological and Physiochemical Properties of Vertisols under Greek Climate Conditions. Ph.D. Thesis, Agricultural Univ. Athens, Greece, unpublished.

In the case of publications in any language other than English, the original title is to be retained. Titles of publications in non-Latin alphabets should be transliterated, and a note such as '(in Russian)' or '(in Japanese, with English Abstr.)' should be added at the end of the reference.

The following provide examples of appropriate citation formats for non-text and electronic-only information. However, it is requested that a Web site address, or list server message is given as a reference ONLY where the information is unavailable in a more permanent form. If such sources are given, then please give as complete information as possible.

Jones, P., 1996. Research activities at Smith Technology Institute. WWW Page, http://www.sti.com/about_us/research.

Smith, F., Peabody, A.N., 1997. Hydrographic data for the Sargasso Sea, July-September 1993, SarSea mission. (Deep-Sea Data Centre, Hull, UK), online, dataset, 740 MB, <http://www.dcdc.gov>.

Green, A., 1991. Deformations in *Acanthaster planci* from the Coral Sea, observed during UEA Special Project 7, July 1978. *Journal of Pollution Research* 14 (7) suppl., CD-ROM, photographic images, 240 MB.

James, Z., 1997. Ecological effects of sea wall construction during 1994 at Bridlington, UK.
List server Message, Eco-list, 20 October 1995.

Use of the Digital Object Identifier

The digital object identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes.

Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly ?Articles in press?

because they have not yet received their full bibliographic information. The correct format for citing a DOI is shown as follows (example taken from a document in the journal *Physics Letters B*):

doi:10.1016/j.physletb.2003.10.071

When you use the DOI to create URL hyperlinks to documents on the web, they are guaranteed never to change.

Preparation of Illustrations

Submitting your final artwork in an electronic format helps us to produce your work to the best possible standards, ensuring accuracy, clarity and a high level of detail.

General points

Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.

Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.

Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Helvetica, Times, Symbol.

Number the illustrations according to their sequence in the text.

Use a logical naming convention for your artwork files, and supply a separate listing of the files and the software used.

Provide captions to illustrations separately.

Produce images near to the desired size of the printed version.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://authors.elsevier.com/artwork>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (Note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below.):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics".

TIFF: Colour or greyscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (colour or greyscale): a minimum of 500 dpi is required.

DOC, XLS or PPT: If your electronic artwork is created in any of these Microsoft Office applications please supply "as is".

Please do not:

Supply embedded graphics in your wordprocessor (spreadsheet, presentation) document when submitting the final accepted article;

Supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;

Supply files that are too low in resolution;

Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Colour illustrations

If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. For colour reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. For further information on the preparation of electronic artwork, please see

<http://authors.elsevier.com/artwork>. Please note: Because of technical complications which can arise by converting colour figures to 'grey scale' (for the printed version should you not opt for colour in print) please submit in addition usable black and white files corresponding to all the colour illustrations.

Supplementary material submission

Elsevier now accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier web products, including ScienceDirect:

<http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data is provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our Author Gateway at <http://authors.elsevier.com>.

Files can be stored on 3.5 inch diskette, ZIP-disk or CD (either MS-DOS or Macintosh). This journal offers electronic submission services and supplementary data files can be uploaded via the Author Gateway page of this journal via <http://authors.elsevier.com>.

Reporting of Salinity Measurements

In articles in ECSS, salinity should be reported using the Practical Salinity Scale. In the Practical Salinity Scale salinity is defined as a pure ratio, and has no dimensions or units. By decision of the Joint Panel of Oceanographic Tables and Standards it does not have any numerical symbol to indicate parts per thousand. Salinity should be reported as a number with no symbol or indicator of proportion after it. In particular, it is not correct to add the letters PSU, implying Practical Salinity Units, after the number.

An example of correct phrasing is as follows: 'The salinity of the water was 34.2'. It is reasonable to state at some point early in the paper that salinity was measured using the Practical Salinity Scale.

Page Proofs

When your manuscript is received by the Publisher it is considered to be in its final form. Proofs are not to be regarded as 'drafts'.

One set of page proofs in PDF format will be sent by e-mail to the corresponding author, to be checked for typesetting/editing. No changes in, or additions to, the accepted (and subsequently edited) manuscript will be allowed at this stage. Proofreading is solely your responsibility.

A form with queries from the Copyeditor may accompany your proofs. Please answer all queries and make any corrections or additions required.

The Publisher reserves the right to proceed with publication if corrections are not communicated.

Return corrections within 3 days of receipt of the proofs. Should there be no corrections, please confirm this.

Elsevier will do everything possible to get your article corrected and published as quickly and accurately as possible. In order to do this we need your help. When you receive the (PDF) proof of your article for correction, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication. Subsequent corrections will not be possible, so please ensure your first sending is complete. Note that this does not mean you have any less time to make your corrections, just that only one set of corrections will be accepted.

Offprints

Twenty five offprints of each article are supplied free of charge. Additional offprints can be

ordered on a offprint order form which will be sent to the corresponding author of the accepted article by the publisher.

Author Services

For enquiries relating to the submission of articles (including electronic submission where available) please visit the Author Gateway from Elsevier at <http://authors.elsevier.com>. The Author Gateway also provides the facility to track accepted articles and set up e-mail alerts to inform you of when an article's status has changed, as well as detailed artwork guidelines, copyright information, frequently asked questions and more.

Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, are provided after registration of an article for publication.

ANEXO 2

Journal of Tropical Ecology

Page 1. *Title page*. This should contain

- (a) the full title, preferably of less than 20 words and usually containing the geographical location of the study;
- (b) a running title of not more than 48 letters and spaces;
- (c) a list of up to 10 key words in alphabetical order suitable for international retrieval systems;

Key words:

- (d) the full name of each author;
- (e) the name of the institution in which the work was carried out; and
Universidade Federal de Pernambuco
- (f) the present postal address of the author to whom proofs should be sent.

Page 2. *Abstract*. This should be a single paragraph, in passive mode, no more than 200 words long, a concise summary of the paper intelligible on its own in conjunction with the title, without abbreviations or references.

Page 3 *et seq.* The main body of the text may contain the following sections in the sequence indicated: An extra section between (a) and (b) for Study Site or Study Species might be necessary.

- (c) Results,
- (d) Discussion,
- (e) Acknowledgements
- (f) Literature Cited,

References to literature in the text should conform to the 'name-and-date' system: e.g. Fleming (1982); (Goh & Sasekumar 1980); Montgomery *et al.* (1981). If a number of references are cited at one place in the text, they should be arranged alphabetically and not chronologically. In the reference list citations should take the forms given below. References with two or more authors should be arranged first alphabetically then chronologically. The names of cited journals should be given in full. Certain foreign language citations may be translated into English, and this should always be done where the English alphabet is not used (e.g. Chinese, Russian, Thai).

Use the following as contractions in text: 'pers. obs.', 'pers. comm.'; but 'unpubl. data', 'in press'.

Authors should double-check that all references in the text correspond exactly to those in the Literature Cited section.

(g) Appendices,

(h) Tables,

Tables and figures

Tables should be typed, together with their titles, on separate sheets. Column headings should be brief, with units of measurement in parenthesis. Vertical lines should not be used to separate columns. Avoid presenting tables that are too large to be printed across the page; table width must not exceed 80 characters, including spaces between words, figures and columns. Each table should be numbered consecutively with arabic numerals. The author should mark in the margin of the text where tables and figures are to be inserted; all tables and figures must be mentioned in the text.

Authors should ensure that all figures, whether line drawings or photographs, clarify or reduce the length of the text. Draw both diagrams and lettering in black ink on white drawing paper or tracing film, or on graph paper with *faint* blue ruling. Laser printer, or high quality ink-jet printer, output from computer graphics programs is preferable. Photographs should be provided as glossy black-and-white prints. If lettering or a scale is to be inserted on a print, this should be shown on a spare copy or an overlay, and an unmarked print should be provided for marking by the printer. Make sure that all figures are boldly drawn.

Figures need be no more than 50% larger than the final printed size (which is no more than 13 cm x 21 cm), great care being taken to make sure that all parts (e.g. lettering, scales, shading) will reduce satisfactorily. Especially ensure that histogram shading is simple and clear. Avoid solid black infills. Small illustrations should be grouped to occupy the least space consistent with good appearance. All unnecessary parts should be trimmed (e.g. borders of photographs). Allowing at least 3 cm margin on all sides, groups should be mounted on stout white paper using rubber cement. On the back of each figure the name of the author(s) and the figure number should appear. Send figures flat; do not fold or roll. All figures should be numbered consecutively with arabic numerals, using lower case letters for their subdivisions. Legends should be typed on a separate sheet. Where possible put keys to symbols and lines in Legends not on figures.

(i) Legends to Figures Main headings should be in capital type and centred; sub-headings should be ranged left and italicised.