

O indumento e seu impacto sobre a herbivoria nas folhas de duas espécies de arbustos na Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, Espírito Santo

The indument and its impacts on herbivory in the leaves of two shrubby plant species in the Biological Reserve of Duas Bocas, Cariacica, Espírito Santo

Daniela NES Soares^{1,2} e Frederico J Eutrópio^{1,3}

¹ Programa de Mestrado em Ecologia de Ecossistemas. Centro Universitário Vila Velha - UVV. Rua Comissário José Dantas de Melo, 21, Boa Vista, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. CEP 29101-770; ² Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo - IEMA-ES. Rod. BR 262, Km 0, s/nº - Jardim América, Cariacica, ES. Cep. 29140-130, dsilva@iema.es.gov.br; ³ eutropiofj@gmail.com

Resumo As plantas e os insetos herbívoros têm estabelecido relações complexas ao longo de suas histórias evolutivas, abrangendo desde relações tróficas a adaptações evolutivas. Estudos indicam que as plantas têm desenvolvido uma variedade de defesas mecânicas e químicas que, em maior ou menor intensidade, limitam a atividade dos herbívoros e patógenos. A expressão de características defensivas da planta pode afetar diretamente sua qualidade como recurso alimentar. Assim, neste contexto, este trabalho teve como objetivo testar se há diferenças na herbivoria foliar entre plantas de folhas pilosas, tomando como modelo as folhas de *Croton* sp (Euphorbiaceae), e plantas de folhas glabras, tomando como modelo *Piper lbotzkianum* Kunth. (Piperaceae) encontradas ao longo da Trilha da Represa Velha na Reserva Biológica de Duas Bocas - REBIO Duas Bocas, Cariacica, ES. Foram coletadas e fotografadas 100 folhas de cada família, sendo 10 folhas por indivíduo, e obtidas as medidas de área foliar total e área foliar consumida utilizando o programa Image Tool, para análise de imagens. De acordo com o teste estatístico aplicado houve diferenças altamente significativas entre a herbivoria encontrada na planta de folha pilosa em relação à encontrada na planta de folha glabra ($p = 0,0026$), sendo o consumo foliar maior nas folhas glabras. Não houve diferença significativa entre a área foliar entre os casos estudados ($p = 0,1505$), indicando que o tamanho da folha não foi um fator de influencia nos dados. Concluiu-se que a presença de pêlos no revestimento das folhas pode influenciar negativamente a herbivoria foliar.

Palavras-chaves: tricoma, superfície foliar, Mata Atlântica, Brasil.

Abstract Plants and herbivore insects have established complex relationships throughout their evolutionary histories, ranging from evolutionary adaptations to trophic relationships. Studies indicate that plants have developed a variety of mechanical and chemical

defenses that, in a greater or lesser extent, limit the activity of herbivores and pathogens. The expression of these plant defensive characteristics can directly affect their quality as food resources, and in this context, this study aimed to test if there would be differences in leaf herbivory between plants with hairy leaves, taking as model the leaves of *Croton* sp (Euphorbiaceae) and glabrous leaves, taking as model *Piper lbotzkianum* Kunth. (Piperaceae), found along the Trail of The Old Dam at Duas Bocas Biological Reserve - REBIO de Duas Bocas, Cariacica, ES. A total of 100 leaves were collected and photographed for each pattern, distributed among 10 leaves in each one of 10 individual that were marked, and obtaining measurements of leaf area and leaf area consumed using the Image Tool software for image analysis. According to the statistical t-test applied, there was a highly significant difference between the herbivory found in the hairy leaves in relation to that found in the glabrous ones ($p = 0.0026$), and leaf consumption was significantly higher in the glabrous leaves. There was no significant difference between the leaf area among the studied cases ($p = 0.1505$), indicating that leaf size was not a factor influencing the data. It was concluded that the presence of indumentum in the leaf surfaces affected negatively herbivory in leaves.

Keywords: trichome, leaf surface, Atlantic Forest. Brazil.

Introdução

As plantas e os insetos herbívoros têm estabelecido relações complexas ao longo de suas histórias evolutivas, abrangendo desde relações tróficas a adaptações evolutivas. Uma das características mais marcantes das relações inseto-planta é o alto grau de especialização alimentar que pode ser alcançado, no que diz respeito aos insetos

herbívoros (Schoonhoven *et al.* 2005).

Estudos indicam que as plantas têm desenvolvido uma variedade de defesas mecânicas e químicas que, em maior ou menor intensidade, limitam a atividade dos herbívoros e patógenos. Entre estes consumidores, por sua vez, têm sido continuamente selecionados mecanismos que atuam em diferentes processos de defesa (Stamp 2003). A expressão de características defensivas da planta pode afetar diretamente sua qualidade como recurso alimentar, podendo estas defesas ser, algumas vezes, de natureza química, como por exemplo, metabólitos secundários, ou física, como a dureza das folhas, ou mesmo a presença de espinhos e pilosidade, compondo o indumento foliar (Boege e Marquis 2005).

Todos estes processos que podem resultar em algum grau de defesa contra herbívoros consomem energia e os produtos fotossintéticos são desviados do crescimento ou reprodução em prol da defesa. O custo com a defesa é um problema para as plantas. Se elas investem pouco, o agressor leva vantagem; se investem muito, os recursos vitais são desperdiçados. Assim, quando a herbivoria inclui o consumo de tecidos específicos, como casos de herbivoria foliar, pode comprometer o crescimento da planta, pois reduz a capacidade fotossintética dos indivíduos afetados (Monteiro *et al.* 2005).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo testar se há diferenças na herbivoria foliar entre plantas de folha pilosa, tomando como modelo as folhas de *Croton* sp (Euphorbiaceae), e plantas de folhas glabras, tomando como modelo *Piper lhotzkianum* Kunth. (Piperaceae) encontradas ao longo da Trilha da Represa Velha na Reserva Biológica de Duas Bocas - REBIO Duas Bocas, Cariacica, ES.

Métodos

Área de estudo

A Reserva Florestal de Duas Bocas foi criada em 1965, por meio da Lei Estadual nº 2095, tendo a categoria de manejo redefinida pela Lei nº 4503 em 1991, e, a partir de então, passou a ser denominada Reserva biológica de Duas Bocas. A reserva apresenta área de 2.910ha localizada no município de Cariacica, região sudeste do Espírito Santo (Figura 1), e está atualmente sob a administração do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA-ES.

O relevo desta unidade é acidentado e montanhoso, com altitudes variando entre 200 e 738m. O clima é litorâneo úmido, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, umidade relativa do ar superior a 70% e precipitação média anual de aproximadamente 1.500mm. A temperatura média anual varia de 19 a 22°C. (Barroso 2000).

Esta unidade de conservação abriga remanescentes de vegetação primária, classificada como Floresta Ombrófila Densa Submontana. A unidade de conservação está integrada ao Projeto “Rede de Sementes da Mata Atlântica” e tem sua área desapropriada, cercada e sinalizada (Azevedo e Santos 2000). O estudo foi conduzido ao longo da Trilha da Represa Velha, abrangendo cerca de 450m de extensão da trilha.

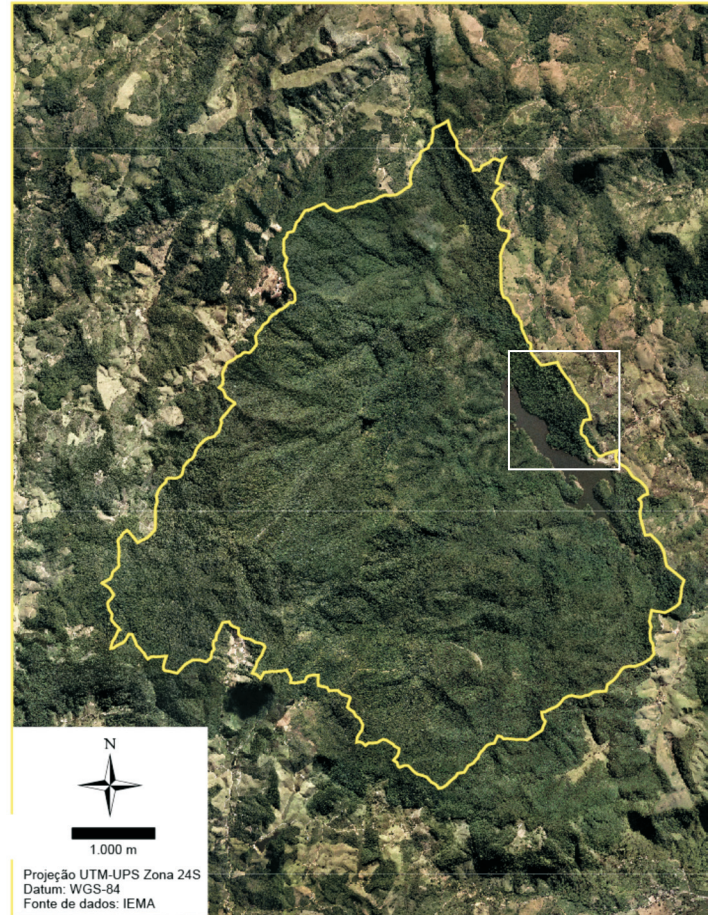


Figura 1 Limites da Reserva Biológica de Duas Bocas, obtidos a partir da Base de Dados do Departamento de Geomática do Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA, em destaque, a área em que está a Trilha da Represa Velha.

Avaliação da herbivoria foliar

Inicialmente foram identificados os locais de ocorrência das espécies estudadas ao longo da Trilha da Represa Velha, sendo identificados os indivíduos que foram amostrados. A amostragem foi realizada nos dias 18 e 19 de outubro de 2008, na qual foram coletadas 10 folhas de cada indivíduo amostrado, totalizando 100 folhas de cada padrão estudado: folhas glabras e lisas.

No laboratório da REBIO de Duas Bocas, as folhas e seu indumento foram observados a olho desarmado e com o auxílio de microscópio estereoscópico. As folhas foram fotografadas com escala e as fotos, após identificadas, foram direcionadas para avaliação morfométrica, através da análise das imagens fotografadas, que foi feita com o programa ImageTool, após a calibração com a escala métrica em centímetros. A partir da análise das imagens, foram determinadas a área total e a área consumida em cm^2 , tanto para as folhas jovens quanto para as adultas. O programa UTHSCSA Image Tool, desenvolvido no Centro de Ciências e Saúde da Universidade do Texas, em San Antonio, Texas; está disponível no site <http://ddsdx.uthscsa.edu/ITDownload.asp>.

Foram medidas a área foliar total e a área foliar consumida. Com isso também foi calculada a porcentagem de herbivoria (% da área foliar consumida), estimada através da seguinte fórmula: % de

$$\text{Herbivoria} = \frac{\text{Área Consumida}}{\text{Área Total}} \times 100.$$

Análise estatística

Primeiramente, a normalidade dos dados foi verificada pelo teste de K^2 e não se apresentou como normalmente distribuídos, ele foram normalizados pela transformação logarítmica e em seguida foi aplicado o teste t de Student, a fim de verificar se haviam diferenças significativas entre os dados dos diferentes tipos de folhas glabras e pilosas (Zar 2008).

Resultados e discussão

No presente estudo as folhas pilosas apresentaram área foliar consumida inferior a apresentada pelas folhas glabras, sendo a área média consumida de $0,85 \text{ cm}^2 (\pm 1,62)$ nas folhas pilosas e de $1,57 \text{ cm}^2 (\pm 2,23)$ nas folhas glabras. A tabela 1 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e o desvio padrão encontrados para as áreas total, consumida e preservada das folhas glabras e das folhas pilosas.

Tabela 1 Medidas das áreas foliares total, consumida e preservada, medidas em indivíduos das espécies vegetais que apresentam folha glabra e pilosas.

Área foliar	Parâmetro	Superfície foliar	
		glabra	pilosa
Total	Mínimo	11,75	17,06
	Máximo	76,22	66,63
	Média	35,29	37,05
	s	13,83	11,32
Consumida	Mínimo	0,00	0,00
	Máximo	12,85	11,70
	Média	1,57	0,85
	s	2,23	1,62
Preservada	Mínimo	10,29	16,39
	Máximo	73,55	65,51
	Média	33,71	36,20
	s	13,53	11,21

s = desvio padrão

O maior consumo das folhas glabras em relação às pilosas também pode ser observado no gráfico apresentado na Figura 2, no qual a área consumida nas folhas glabras é apresentada em cor escura e é superior a área clara que representa as folhas pilosas.

O gráfico apresentado na Figura 3 mostra a porcentagem de área foliar consumida em relação a sua área total de cada indivíduo amostrado. Observa-se que as folhas glabras apresentam valores mais elevados quando comparados aos apresentados pelas folhas pilosas.

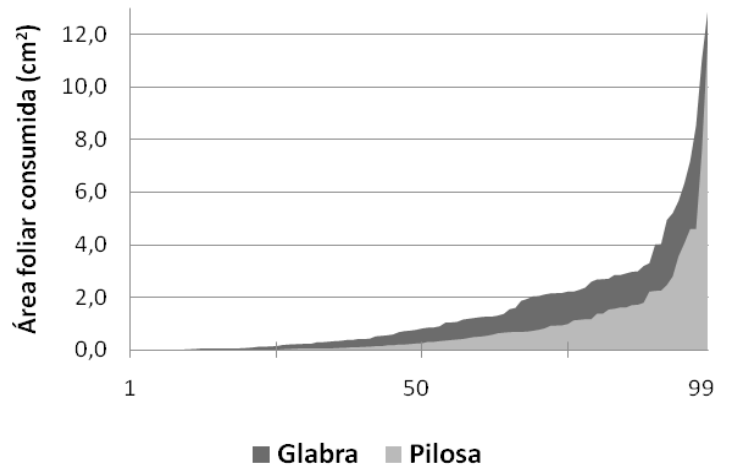


Figura 2 Representação gráfica da área foliar consumida nas plantas de folha glabra e pilosa

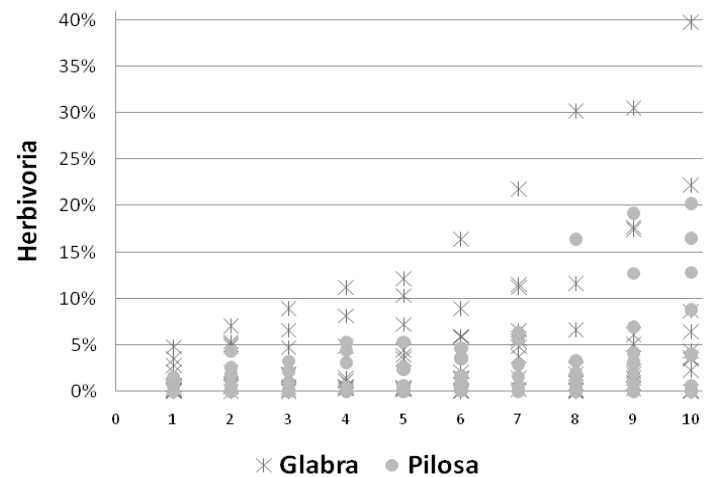


Figura 3 Diagrama de dispersão das áreas consumidas do total de folhas, em relação às folhas glabras e pilosas.

Não houve diferença significativa entre a área total da folha quando comparados os casos estudados ($p=0,1505$) (Figura 4), indicando que o tamanho da folha não foi diferente entre os tipos estudados e que provavelmente o tamanho da folha não constitui um fator de influencia nos dados.

Não houve diferença significativa entre a área total da folha quando comparados os casos estudados ($p=0,1505$) (Figura 5),

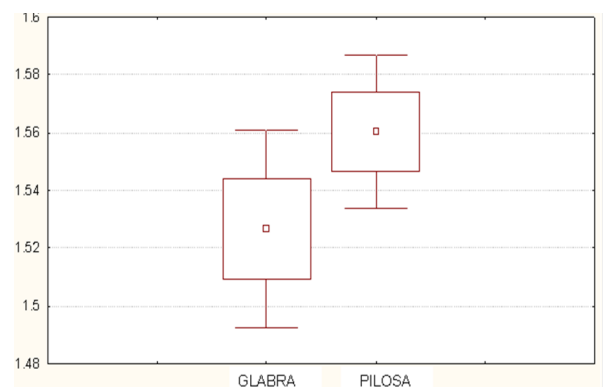


Figura 4 Diagrama de box-whisker, representando a comparação da área total da folha entre as plantas estudadas.

indicando que o tamanho da folha não foi diferente entre os tipos estudados e que provavelmente o tamanho da folha não constitui um fator de influência nos dados.

Não houve correlação entre a área total da folha e a área consumida no processo de herbivoria (Figura 6), indicando que a

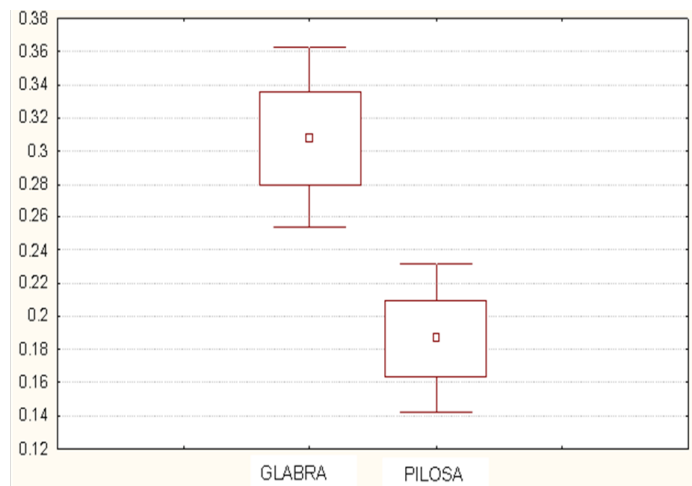


Figura 5 Diagrama de box-whisker, representando a comparação da área total consumo foliar entre as plantas estudadas.

extensão do consumo foliar é independente da área total das folhas, o que significa que o consumo não foi afetado pela oferta do recurso.

Este resultado corrobora a hipótese de que espécies vegetais que apresentam revestimento foliar com tricomas são deterrentes

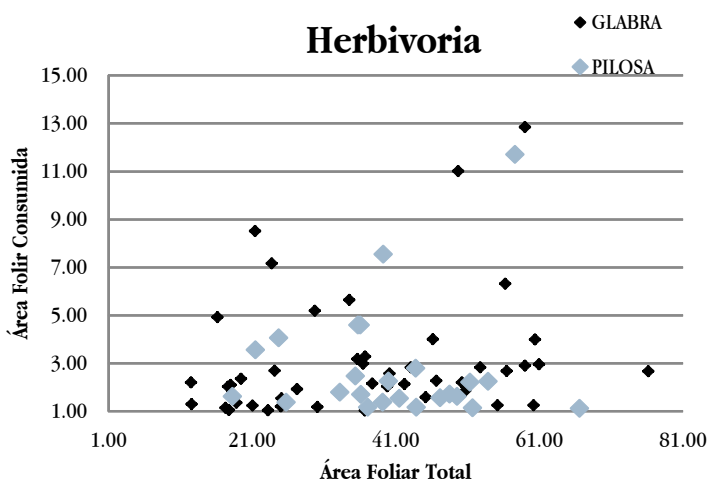


Figura 6 Diagrama de dispersão, representando a falta de correlação entre a área foliar total consumo por herbivoria das folhas das duas espécies vegetais em estudo.

ao ataque de herbívoros.

Franco *et al.* (2007) testaram a hipótese de que o padrão de herbivoria responde à presença de caracteres morfológicos que resultam em defesa mecânica, como os tricomas de sílica. Neste estudo os autores analisaram a herbivoria foliar em indivíduos da espécie *Curatella americana*. Essa espécie é típica do cerrado e apresenta folha espessa e de textura coriácea, além de epiderme foliar unisseriada com tricomas de sílica.

Nesse estudo as folhas de dez indivíduos de *C. americana*

foram marcadas e raspadas, sendo coletada uma folha raspada e uma não raspada de cada indivíduo a cada 7 dias, totalizando três semanas. As folhas raspadas apresentaram taxa de herbivoria superior a das folhas não raspadas.

Como além dos tricomas a espécie estudada apresenta outras formas de defesa, o autor concluiu que foi observado um efeito do acúmulo de estruturas de defesa na herbivoria, mesmo não sendo identificado o efeito direto de algumas estruturas (Franco 2007).

As estruturas que conferem defesa a planta contra a herbivoria podem ser consideradas adaptações que favorecem a dispersão das espécies que as possuem, no entanto há também relatos de contra-adaptações que sobrepujam as defesas das plantas.

Cardoso (2008) analisou os mecanismos usados pelas larvas da borboleta *Heliconius charithonia* (L.) que permitem que elas se alimentem de uma planta protegida por tricomas, *Passiflora lobata* (Killip) Hutch. As larvas usam força física para movimentar-se em meio aos tricomas, espalham fios de seda sobre eles e retiram as pontas dos tricomas com as mandíbulas. Com isso, essa espécie de borboleta pode consumir as folhas ainda que sejam dotadas de tricomas e se desenvolver em locais onde não se desenvolvem outras espécies.

As consequências principais da herbivoria para a planta são a perda de tecido e o investimento gasto para resistência a outros danos oriundos do corte do tecido. Esses custos são componentes importantes no contexto da evolução de características de resistência a herbivoria, determinando um equilíbrio evolucionário em níveis intermediários de gasto com a resistência e ganhos com a redução da herbivoria (Mello e Silva Filho 2002).

Estudos sobre o efeito de caracteres anatômicos foliares no padrão de herbivoria são importantes para a compreensão da intrincada relação de insetos herbívoros e suas plantas hospedeiras.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi realizada durante a disciplina Metodologia de Campo em Ecologia do Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ecossistemas do Centro Universitário Vila Velha (UVV) e os autores gostariam de agradecer: ao Instituto Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Espírito Santo - IEMA-ES, pela autorização para realização da pesquisa; à Gestão da REBIO de Duas Bocas pela viabilização da infra-estrutura necessária ao trabalho.

Referências

Azevedo CO, Santos HS (2000) Perfil da fauna de himenópteros parasitóides (Insecta: Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, ES, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão** 11/12:117-126.

- Barroso AD (2000) **Comunidade fitoplanctônica do reservatório Duas Bocas (Reserva Biológica de Duas Bocas), ES: variação vertical e temporal em duas épocas distintas**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos.
- Boege K, Marquis RJ (2005) Facing herbivory as you grow up: the ontogeny of resistance in plants. **Trends Ecology and Evolution** 20:441-448.
- Cardoso MZ (2008) Herbivore handling of a plant's trichome: the case of *Heliconius charithonia* (L.) (Lepidoptera:Nymphalidae) and *Passiflora lobata* (Killip) Hutch. (Passifloraceae). **Neotropical Entomology** 37: 247-252.
- Dickson WC (2000) Specialized epidermal cells. In: **Integrative plant anatomy**. San Diego: Academic Press, pp. 70-74.
- Evert RF (2006) Epidermis. In: **Esau's plant anatomy**. 3 ed. Hoboken: John Wiley and Sons, pp 211-253.
- Franco SPA, Gomes LG, Silva HS, Souza ML, Rodrigues PMS, Silva JO (2007) Morfologia foliar como mecanismo determinante na taxa de herbivoria em *Curatella americana* (Dilleniaceae) em uma região de cerrado sensu strictu. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, pp. 1-2
- Karabourniotis G, Easseas C (1996) The dense indumentum with its polyphenol content may replace the protective role of the epidermis in some young xeromorphic leaves. **Canadian Journal of Botany** 74: 347-351.
- Mello MO, Silva-Filho MC (2002) Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology** 14: 71-81.
- Monteiro JM, Albuquerque UP, Araujo EL, Amorim ELC (2005) Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova** 28: 892-896.
- Schoonhoven LM, van Loon JJA, Dicke M (2005) **Insect-plant biology**. 2.ed. New York: Oxford University Press.
- Stamp N (2003) Out of the quagmire of plant defense hypotheses. **The Quarterly Review of Biology** 78: 23-55.
- Zar JH (2008) **Biostatistical analysis**. 5 ed. New Jersey: Prentice Hall.