

Herbivoria foliar de *Xylopia sericea* St. Hil. (Annonaceae) em sub-bosque de plantio de Eucalipto e de Mata AtlânticaLeaf herbivory of *Xylopia sericea* St. Hil. (Annonaceae) in the understory of an eucalypt plantation and an Atlantic forestAline Alves do Nascimento¹, Anita de Freitas Vieira², Ana Paula da Silva³, Dora Maria Villela⁴ e Marcelo Trindade Nascimento⁵

Resumo

A herbivoria é um fator muito importante no estabelecimento de plantas, pois os herbívoros podem controlar o potencial reprodutivo, a sobrevivência e o crescimento destas. Porcentagens de herbivoria por insetos mastigadores foram avaliadas em folhas novas e maduras de indivíduos jovens de *Xylopia sericea* no sub-bosque de um plantio de eucalipto e em fragmentos adjacentes de Floresta Atlântica de Baixada nos períodos chuvoso e seco. A qualidade nutricional foi avaliada pela determinação da concentração de C e N total das folhas. Os herbívoros encontrados consumindo folhas de *Xylopia sericea* foram coletados e identificados em nível de família. Indivíduos da mata sofreram, significativamente, maiores danos que os do plantio. Este resultado parece estar relacionado a uma maior diversidade de insetos herbívoros na mata. Apenas folhas novas, tanto no plantio de eucalipto quanto na mata nativa, sofreram influência da sazonalidade, sendo mais marcante no plantio de eucalipto. A idade foliar influenciou na herbivoria somente para os indivíduos do plantio de eucalipto, podendo estar relacionada com características foliares e com a abundância de herbívoros. As análises dos dados das concentrações de C, N e a razão C/N em folhas de *X. sericea* não apresentaram diferenças significativas na qualidade nutricional entre os estádios foliares. Assim, outros fatores devem estar influenciando os valores de herbivoria observados, tais como, qualidade de habitat e a composição e abundância de herbívoros nas áreas estudadas.

Palavras-chave: área foliar consumida, carbono, herbívoros, nitrogênio, pindaíba.

Abstract

Herbivory is a very important factor in the establishment of plants, as herbivores may control the reproductive potential, survival and growth of plants. Rates of herbivory by chewing insects were evaluated in new and mature leaves of young individuals of *Xylopia sericea* in the understory of an eucalypt plantation and under an fragment of lowland Atlantic Forest in the rainy and dry seasons. The nutritional content was evaluated by determining the concentration of C and N in the leaves. The herbivores found consuming leaves of *Xylopia sericea* were collected and identified. Individuals of *X. sericea* in the forest suffered significantly more damage than individuals in the plantation. This may be related to the greater diversity and abundance of insect herbivores in the forest. Only new leaves, both in the eucalypt plantation and in the forest are under the influence of seasonality. Leaf age influenced the herbivory only in individuals located in the eucalypt plantation, which may be related to leaf traits and the abundance of herbivores specialized on new leaves. The statistical analysis of concentrations of C, N and C / N ratio in leaves of *X. sericea* showed no significant differences in nutritional quality between new and mature leaves in both sites (eucalypt plantation and forest). Therefore, it seems that the nutritional quality did not influence the rates of herbivory in the study sites. Other factors, such as water content available for herbivory and the composition of herbivores in the study sites, should be influencing the observed values of herbivory.

Keywords: carbon, leaf damage area, herbivorous, nitrogen, pindaíba.

¹Graduada em Ciências Biológicas do Laboratório de Ciências Ambientais na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Av. Alberto Lamego, 2000-Horto-Campos dos Goytacazes, RJ, 28013-600 E-mail: line.uenf@gmail.com

²Graduada em Licenciatura em Biologia do Laboratório de Ciências Ambientais Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Av. Alberto Lamego, 2000-Horto-Campos dos Goytacazes, RJ, 28013-600 E-mail: anitavieira_19@hotmail.com

³Doutora em Ecologia e Recursos Naturais do Laboratório de Ciências Ambientais Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Av. Alberto Lamego, 2000-Horto-Campos dos Goytacazes, RJ, 28013-600 E-mail: dasilva.anasilva@gmail.com.br

⁴Professora Doutora do Laboratório de Ciências Ambientais Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Av. Alberto Lamego, 2000-Horto-Campos dos Goytacazes, RJ, 28013-600 E-mail: dora@uenf.br

⁵Professor Doutor do Laboratório de Ciências Ambientais Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Av. Alberto Lamego, 2000-Horto-Campos dos Goytacazes, RJ, 28013-600 E-mail: mtn@uenf.br

INTRODUÇÃO

A herbivoria foliar atua em vários aspectos no desempenho das plantas, seja na produção de sementes, no estabelecimento de plântulas ou no crescimento vegetativo (CRAWLEY, 1987). Quando o nível de consumo do tecido foliar é tolerável pode ser vantajoso ou seletivamente neutro para as plantas (GULLAN; CRANSTON, 2007), podendo o dano sofrido por herbivoria induzir respostas que aumentam sua resistência contra ataques futuros (CORNELISSEN; FERNANDES, 2003). Porém, a herbivoria pode ter numerosos efeitos negativos no desempenho de plantas prejudicando o crescimento, a reprodução, e reduzindo a habilidade competitiva, afetando, assim, a estrutura das comunidades vegetais (CRAWLEY, 1983; COLEY; BARONE, 1996).

As condições ambientais podem intensificar o ataque por herbívoros, como por exemplo, em solos secos com baixa quantidade de nutrientes disponíveis (EDWARDS; WRATTEN, 1981; CRAWLEY, 1983; GULLAN; CRANSTON, 2007). Plantas que sofrem estresse hídrico ou nutricional, em geral, constituem melhor fonte de alimento do que aquelas não-estressadas, por possuírem maior disponibilidade de nitrogênio solúvel e menor concentração de compostos de defesa (WHITE, 1984). Assim, a qualidade nutricional das folhas, em geral, está associada à maior disponibilidade de N e menor razão C/N. (AERTS; CHAPIN, 2000; CORNELISSEN; STILING, 2006; VITOUSEK, 2004).

Níveis de herbivoria dentro de uma população de espécie vegetal podem variar em função da sazonalidade climática. Coley e Barone (1996) encontraram diferenças significativas na herbivoria ao longo de um gradiente de precipitação pluviométrica, havendo menores porcentagens de herbivoria nos períodos secos que nos períodos chuvosos. Este fato foi relacionado à menor abundância de herbívoros no período seco.

Estudos sobre herbivoria em florestas tropicais têm registrado altas taxas diárias de danos em folhas jovens, sendo 5 a 25 vezes superiores do que em folhas maduras (COLEY; BARONE, 1996) em função do maior teor nutricional e menor quantidade de compostos de defesa em folhas jovens (CRAWLEY, 1983; AIDE, 1993; COLEY; BARONE, 1996) ou em função de estresse como queimadas (NASCIMENTO *et al.*, 1990).

O número de insetos por planta e por unidade de área e os danos foliares por eles causados são, em geral, maiores em plantios monoespé-

ficos do que em um ambiente de alta riqueza de espécies (CRAWLEY, 1983; COLEY, 1983). A herbivoria em uma determinada espécie é frequentemente menor quando esta ocorre em uma comunidade florísticamente mais complexa (e.g. sub-bosque de uma floresta) do que quando ela ocorre em grupamento monoespecífico (e.g. sub-bosque de eucalipto) (BROWN; EWEL 1987).

A Mata Atlântica vem sofrendo um intenso processo de degradação (MYERS *et al.*, 2000). Em virtude disso, são de extrema importância estudos que visam à recuperação de áreas degradadas. Espécies do gênero *Xylopia* têm sido utilizadas em programas de restauração ecológica da Mata Atlântica, por serem pioneiras no processo de sucessão ecológica, e por tolerarem a condições de limitação de recursos hídricos e nutricionais (CARVALHO *et al.*, 2006; LORENZI, 2000).

A espécie estudada, *Xylopia sericea* St. Hil (Annonaceae) é encontrada naturalmente desde a Bahia até o Rio de Janeiro, incluindo, também, o estado de Tocantins (MAAS *et al.*, 2001). É conhecida popularmente como “pindaíba” ou “embiriba” (CRAVEIRO; ALENCAR, 1986). É uma árvore de pequeno porte (6-8m de altura), com tronco ereto e casca-marrom escura. A copa é piramidal e com folhas alternas pecioladas (LORENZI, 2000). Apesar de ser uma espécie abundante nas bordas de fragmentos de Floresta Atlântica de baixada e submontana no Estado do Rio de Janeiro (CARVALHO *et al.*, 2006, CARVALHO *et al.*, 2007, CARVALHO *et al.*, 2008), e de fácil identificação no campo, tem sido objeto de poucos trabalhos científicos (CRAVEIRO; ALENCAR, 1986; PONTES, *et al.*, 2007).

Dentro do contexto exposto, os objetivos do presente trabalho foram: (1) avaliar as porcentagens de herbivoria por insetos mastigadores em indivíduos jovens de *Xylopia sericea* em regeneração, no sub-bosque de um plantio de eucalipto (ambiente menos complexo) e em borda de fragmento de Floresta Atlântica de Baixada (ambiente mais complexo) nos períodos chuvoso e seco; (2) avaliar as porcentagens de herbivoria em folhas novas e maduras de indivíduos jovens de *Xylopia sericea* nos períodos chuvoso e seco; (3) relacioná-las com a qualidade nutricional destas plantas; e (4) identificar em nível de família os principais insetos herbívoros nestes ambientes. Por meio destes objetivos visa-se responder os seguintes questionamentos: 1) folhas de *X. sericea* da mata nativa são menos atacadas que folhas do plantio de eucalipto; 2) indivíduos

os de *X. sericea* no período chuvoso sofrem mais herbivoria que no período seco; e 3) folhas novas de *X. sericea* sofrem mais ataques de herbívoros mastigadores do que folhas maduras.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na Reserva Biológica União, região Norte do Estado do Rio de Janeiro (22° 27'S e 42° 02'E). Foi amostrado o talhão 39a de eucalipto (*Corymbia citriodora* Hook L.A. Johnson & K.D. Hill) com cerca 11,5 ha e 40 anos de idade, sendo 12 anos de abandono, sem tratamentos silviculturais e um fragmento adjacente de Mata Atlântica de Baixada distando menos de 500m do plantio (IBAMA, 2007). O plantio de eucalipto apresenta sub-bosque em regeneração, onde as espécies mais importantes são *Xylopiya sericea*, *Siparuna guianensis*, *Cupania oblongifolia* e *Sparthosperma leucanthun* (EVARISTO *et al.*, 2006).

Na região predomina o clima tropical úmido, com temperatura média anual de 24°C, pluviosidade em torno de 2200 mm/ano, sendo grande parte das chuvas concentradas entre os meses de outubro e abril. Os solos são classificados como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico (sob os plantios de eucaliptos) e Cambissolo Háplico Tb distrófico argissólico (sob a mata nativa), e de modo geral, apresentam concentração nutricional baixa (MIRANDA *et al.*, 2007; VILLELA *et al.*, 2001). De acordo com Villela *et al.* (2001) a concentração de N total no solo do plantio de eucalipto foi de 0,31% e na mata nativa foi de 0,24%, e a razão C/N foi de 8,85 no plantio de eucalipto e 11,03 na mata nativa.

A vegetação nativa é classificada como Floresta Ombrófila Densa, onde as espécies mais representadas são das famílias Myrtaceae, Lauraceae, Sapotaceae, Fabaceae, Moraceae e Euphorbiaceae (CARVALHO *et al.*, 2008). Os táxons de insetos herbívoros mais abundantes na região são Lepidoptera, seguidos de Coleoptera e Orthoptera (FRANCESCHINELLI *et al.*, 2003).

Avaliação da Herbivoria Foliar

Indivíduos jovens de *X. sericea*, com altura variando entre 50 cm e 150 cm, foram marcados aleatoriamente com plaquetas de alumínio numeradas dentro do plantio de eucalipto e na borda da mata nativa.

Para mensurar a herbivoria foliar, foram utilizados dois métodos, o pontual (discreto) e o temporal (acompanhamento). O primeiro con-

siste em medir a perda de área foliar de uma determinada quantidade de folhas, num momento específico, sem levar em consideração o estado das folhas no momento anterior, não podendo inferir em que fase de desenvolvimento ocorreu o dano. No segundo, as medições são contínuas, sendo as mesmas folhas monitoradas continuamente (NASCIMENTO; PROCTOR, 2001).

Foram consideradas como folhas novas aquelas em processo de expansão, situadas no ápice do ramo, com uma coloração verde claro; e como folhas maduras aquelas de coloração verde escura, dispostas abaixo da quarta folha contando do ápice para a base do ramo (NASCIMENTO; PROCTOR, 2001).

Método Discreto

Este método foi utilizado para comparar a porcentagem de área perdida (porcentagem de herbivoria) de folhas de *X. sericea* na mata e no plantio de eucalipto. Foram marcados aleatoriamente trinta indivíduos jovens de *X. sericea* no plantio de eucalipto e trinta em borda de mata, com uma distância de no mínimo 5m entre indivíduos, em julho de 2007. As coletas de folhas foram feitas trimestralmente no período de julho/2007 a abril/2008 e, posteriormente, agrupadas em período seco (julho-outubro 2007) e chuvoso (janeiro-abril 2008).

Doze folhas maduras (FM) foram coletadas em diferentes partes de cada indivíduo jovem. No caso de folhas novas (FN), o número variou entre 3 e 10 folhas por indivíduo em função da sua disponibilidade no momento da coleta.

A estimativa do total da área foliar consumida foi medida visualmente usando um sistema de sete classes de porcentagem de dano (0= ausência de danos; 1=]0,5]; 2=]5,10]; 3=]10,25]; 4=]25,50]; 5=]50,75]; 6=]75,100]) (NASCIMENTO; PROCTOR, 2001). A herbivoria foliar foi avaliada analisando em que classe de dano se encaixava cada folha. A média de herbivoria para cada planta foi calculada multiplicando o número de folhas danificadas dentro de cada classe de herbivoria pelo intervalo médio da classe que elas se encontravam e dividindo pelo total de folhas amostrada para cada categoria de folhas (nova ou madura) na planta (NASCIMENTO; PROCTOR, 2001).

Método temporal

Vinte e três indivíduos de *X. sericea* em cada área foram acompanhados durante um mês no período chuvoso (fevereiro a março de 2008).

No período seco (julho a agosto de 2008), quinze indivíduos foram marcados em cada um dos ambientes e o mesmo procedimento adotado. Dois ramos foram marcados com plaqueta de alumínio e numerados em cada planta. As folhas monitoradas receberam marcações com arame de cobre fino em seus pecíolos. De duas a três folhas novas e a mesma quantidade de folhas maduras foram marcadas por ramo em cada indivíduo. Todas as folhas marcadas foram desenhadas em papel milimetrado. Para analisar o grau de herbivoria foliar, contornos das folhas e áreas de danos provocados por insetos mastigadores foram redesenhados semanalmente, até que as folhas novas se tornassem expandidas e com aspectos de madura. Quando os ramos marcados eram quebrados por fenômenos naturais, estes foram excluídos do monitoramento e não houve substituição dos mesmos. Dois indivíduos do plantio de eucalipto e dois da mata foram quebrados no período chuvoso.

Os desenhos foram levados a um “scanner” e digitalizados com uma resolução de 300 dpi. A área foliar perdida por herbivoria foi calculada com o uso do programa UTHSCSA Image Tool versão 3,0 (University of Texas, USA). A porcentagem de herbivoria para cada folha por período (seco e chuvoso) foi determinada pelo somatório da área danificada, dividido pela área total da folha (cm²) multiplicado por cem.

Insetos herbívoros associados à *X. sericea*

Os insetos herbívoros encontrados em plantas não marcadas foram coletados para a criação em laboratório. Caso contrário, os insetos eram apenas fotografados. Os insetos foram criados em frascos de boca larga, cobertos com “organza”. Para manter a umidade, algodões embebidos em água foram adicionados e estes foram constantemente trocados (ALMEIDA, 1998). Para verificar a preferência alimentar, vários testes foram feitos por meio do oferecimento de folhas novas e maduras de *X. sericea*.

Determinação de C e N totais em folhas de *X. sericea*

As folhas coletadas de cada indivíduo amostrado em janeiro de 2008 para a avaliação da herbivoria pelo método discreto foram levadas para o Laboratório de Ciências Ambientais - LCA - para serem analisadas quanto à qualidade nutricional em termos de concentração de C e N totais, e razão C/N. As folhas foram lavadas com água corrente e posteriormente com água deio-

nizada, levadas à estufa de circulação a 60°C por 72h para secagem. Depois de secas, foram trituradas em Piq-Liq e homogeneizadas no grau e pistilo. As determinações de carbono e nitrogênio totais foram feitas utilizando-se um auto-analisador de CHNS/O (Perkin Elmer 2400).

Análise dos Dados

Os valores de herbivoria foliar foram logaritimizados ($\ln(\% \text{ de dano na folha} + 1)$), (COLEY, 1983) para a obtenção de uma distribuição normal. O test t estudent foi utilizado para comparar as médias de herbivoria, concentrações médias de C e N totais e razão C/N nas folhas de *X. sericea* entre os indivíduos amostrados na mata nativa e no plantio de eucalipto. Este também foi usado para comparar a herbivoria entre folhas novas e madeiras por período chuvoso e seco dentro da mesma área.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Folhas de *X. sericea* da mata são menos atacadas que folhas de *X. sericea* do plantio de eucalipto?

A perda de área foliar média por insetos herbívoros avaliada pelo método discreto entre julho de 2007 e abril de 2008 indicou que folhas maduras de indivíduos da mata sofreram significativamente ($p = 0,001$) maiores danos ($6,87 \pm 0,52$) do que folhas maduras de indivíduos do plantio de eucalipto ($4,17 \pm 0,63$). Estas diferenças na herbivoria entre folhas maduras de indivíduos da mata e de indivíduos de plantio de eucalipto ocorreram tanto para as folhas coletadas no período seco quanto no chuvoso. Entretanto, para as folhas novas, este padrão só foi observado no período chuvoso ($p = 0,038$) (Figura 1). Essas porcentagens médias de herbivoria não apresentaram níveis elevados, estando próximas do limite inferior da variação observada para florestas tropicais úmidas - 3% a 15% (GULLAN; CRANSTON, 2007).

Vários autores (EDWARDS; WRATTEN, 1981; CRAWLEY 1983; GULLAN; CRANSTON, 2007) demonstraram que fatores como condições nutricionais e mudanças climáticas podem proporcionar alterações súbitas na qualidade de plantas, afetando grandemente os insetos. Plantas sob estresse hídrico ou nutricional são consideradas mais susceptíveis ao ataque por herbívoros. Evaristo (2008) encontrou condições micro-climáticas mais severas nos talhões de eucalipto do que na mata nativa. Entretanto, no presente trabalho

indivíduos de *X. sericea* da mata sofreram mais herbivoria que os indivíduos do plantio de eucalipto, indicando que neste caso o ambiente aparentemente mais estressante do plantio de eucalipto não favoreceu a herbivoria.

Os resultados das concentrações médias de C e N totais e a razão C/N em folhas de *X. sericea* não diferiram significativamente entre folhas novas e maduras tanto no plantio quanto na borda da mata, e nem para o mesmo estágio foliar entre os ambientes (Tabela 1). Assim, a qualidade nutricional das folhas de *X. sericea* não influenciaram as porcentagens de herbivoria, que foram maiores para plantas da mata. Este fato sugere que outro fator está contribuindo para o padrão de herbivoria observado e este poderia ser a fauna de insetos herbívoros.

Tem sido observado que em áreas de mata as condições ambientais são mais heterogêneas, com a formação de diferentes micro-climas que possibilitam o desenvolvimento de espécies de insetos que são intolerantes a altas temperaturas e intensidade luminosa, abrigando, portanto, maior riqueza de insetos (EDWARDS; WRATTEN, 1981; CRAWLEY, 1983; MACEDO-REIS *et al.*, 2007). O mesmo não ocorre em situações com a dominância de espécies de plantas exóticas, principalmente plantações monoespecíficas, uma vez que, geralmente, o ambiente é mais homogêneo e sustentam menor riqueza de herbívoros (BROWN; EWEL 1987; DAVIDSON, 1985 apud VITAL, 2007). Não existem levantamentos detalhados da fauna de insetos para a Rebio União, seja para as áreas de plantio de eucalipto ou de mata nativa, mas é esperada uma maior riqueza, mas não necessariamente abundância, de herbívoros na área de mata. Neste trabalho foi registrado um pequeno número

de herbívoros atacando indivíduos de *X. sericea* nos dois ambientes estudados (Figura 2). Todos estes herbívoros eram pertencentes à ordem Lepidoptera e distribuídos em quatro famílias e sete espécies, sendo Geometridae, com quatro espécies, Arctiidae, Noctuidae e Sphingidae, com uma espécie cada. Embora a amostragem tenha sido pequena, parece existir uma diferença na composição da fauna de herbívoros entre o plantio de eucalipto e a borda da mata, visto que foi observada apenas uma espécie comum as duas áreas e esta era de Sphingidae. Com exceção de uma espécie da família Noctuidae, coletada no final da estação chuvosa, todas as espécies foram coletadas no período seco. Contudo, se faz necessário um estudo mais aprofundado sobre a comunidade de herbívoros de *Xylopi sericea* nestes dois ambientes, para melhor elucidar a questão.

Tabela 1. Concentração (%) de C, N totais e razão C/N de folhas novas (FN) e maduras (FM) de *X. sericea* no plantio de eucalipto e na mata durante a estação chuvosa (janeiro/2008). Não houve diferença significativa entre o estágio foliar para o mesmo nutriente em ambos ambientes ($p < 0,05$; Teste t de student; $N = 30$).

Table 1. Concentration (%) of C, total N and C/N ratio in new leaves (FN) and mature leaves (FM) of *X. sericea* for plantation and forest during the rainy season (Jan/2008). There were no differences between leaf stages for the same nutrient and area ($p < 0,05$ Student's t test; $N = 30$).

Nutrientes	Tipos Foliare	Plantio de Eucalipto	Mata
C	FN	55,08 ± 2,6	42,34 ± 3,83
	FM	46,64 ± 1,7	42,21 ± 0,46
N	FN	2,10 ± 0,3	2,20 ± 0,19
	FM	2,32 ± 0,2	2,15 ± 0,45
C/N	FN	21,38 ± 3,5	22,27 ± 1,82
	FM	18,91 ± 1,7	22,18 ± 0,45

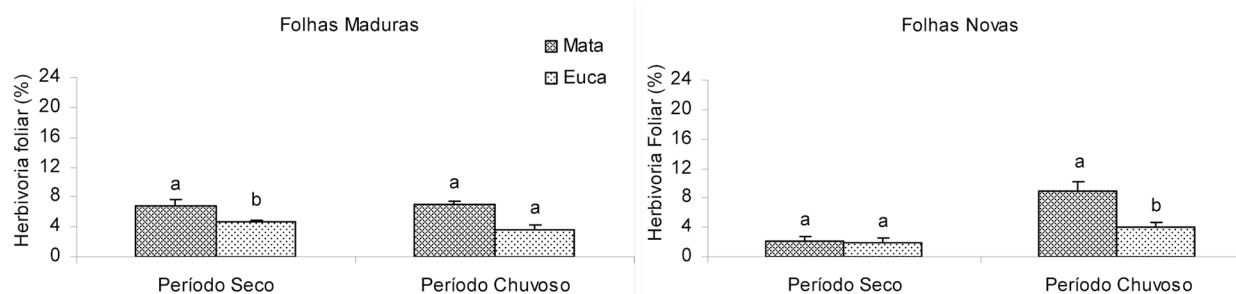


Figura 1. Porcentagem média da Herbivoria foliar (\pm DP) em folhas novas e maduras de indivíduos jovens de *Xylopi sericea* situados em plantio de eucalipto e na mata nativa adjacente, nos períodos seco, chuvoso (média geral) (método discreto). Letras diferentes indicam diferenças significativas na herbivoria entre indivíduos da mata e do plantio de eucalipto (test t, $p \leq 0,05$; $N = 30$).

Figure 1. Mean percentage of leaf herbivory (\pm SD) on new and mature leaves of young individuals of *Xylopi sericea* in eucalypt plantation and native forest in the dry, rainy (overall mean) (discrete method). Different letters indicate significant differences in herbivore individuals in the forest and under eucalyptus (t test, $p \leq 0.05$; $N = 30$).



Figura 2. Herbívoros de *Xylopia sericea*. Geometridae sp1 (1); sp2 (2); sp4 (3); sp3 (4); Abrigo formado por uma larva de Noctuidae sp5 (5); Indivíduo adulto de sp5 (6); Sphingidae sp6 em uma planta de *X. sericea* (7); sp6 se alimentando de folhas maduras de *X. sericea* (8); Arctiidae sp7 (9); Casulo de sp7(10); Indivíduo adulto de sp7(11).

Figure 2. Herbivores of *Xylopia sericea*. Geometridae sp1 (1); sp2 (2); sp4 (3); sp3 (4); shelter formed by a larva of Noctuidae sp5 (5); adult of sp5 (6); Sphingidae sp6 on a plant of *X. sericea* (7); Shingidade sp6 feeding on mature leaves of *X. sericea* (8); Arctiidae sp7 (9); cocoon of sp7 (10); adult of sp7 (11).

Indivíduos de *X. sericea* sofrem mais herbivoria no período chuvoso que no período seco?

As porcentagens de herbivoria foliar média de todas as folhas coletadas de indivíduos de *X. sericea* (FN e FM) pelo método discreto, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os períodos seco e chuvoso, tanto para indivíduos da mata ($p = 0,188$) quanto para indivíduos do plantio de eucalipto ($p = 0,2967$) (Figura 3). Quando analisadas separadamente, o mesmo padrão foi observado para folhas maduras, não havendo diferença significativa nas porcentagens de herbivoria entre os períodos seco e chuvoso tanto para indivíduos da mata quanto para os indivíduos do plantio de eucalipto (Figura 3). Porém para folhas novas, ocorreu maiores porcentagens de herbivoria no período chuvoso que no seco em ambas as

áreas amostradas, sendo estatisticamente significativo para as porcentagens de herbivoria de indivíduos da mata ($p = 0,022$) e com uma forte tendência para os indivíduos do plantio de eucalipto ($p = 0,067$) (Figura 3).

Apesar de muitos trabalhos afirmarem que as maiores porcentagens de herbivoria ocorrem na época chuvosa, em função do aumento da abundância de insetos herbívoros neste período (CRAWLEY, 1983; AIDE, 1992; COLEY; BARONE 1996, LOPES *et al.*, 2007), isto só foi observado para folhas novas pelo presente estudo. Em florestas tropicais, o período chuvoso é considerado o de maior produção de folhas novas (COLEY; BARONE 1996). Portanto, os insetos que se alimentam preferencialmente delas são adaptados a ocorrer e danificar nesse período. A não ocorrência de diferença de herbivoria entre época chuvosa e seca, para folhas

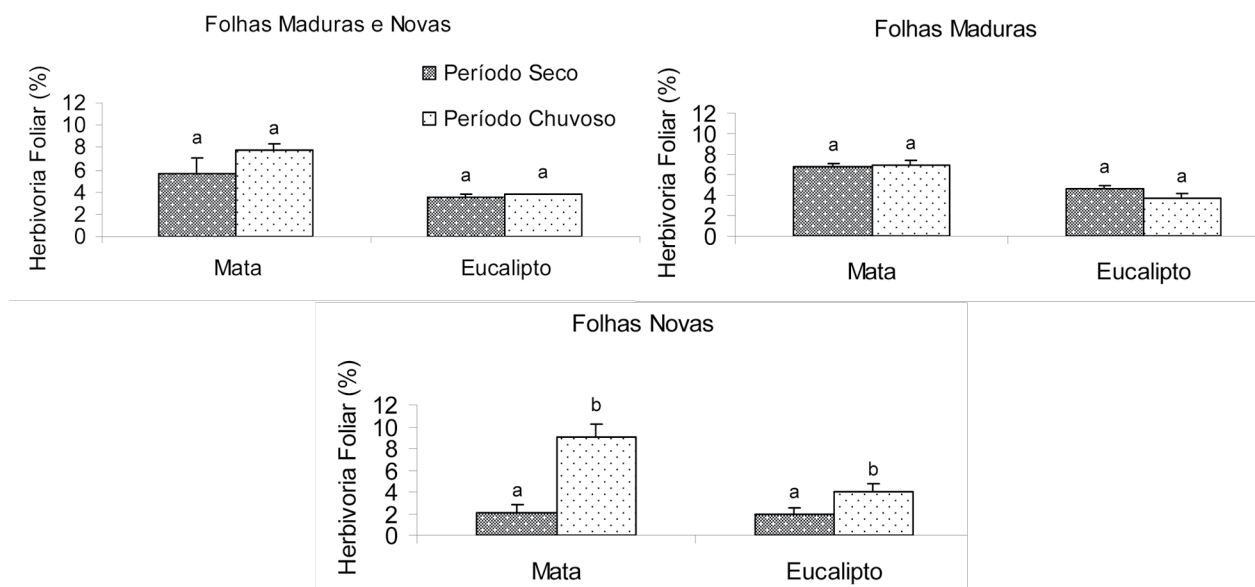


Figura 3. Porcentagem média da Herbivoria foliar (\pm DP) em folhas novas e maduras de indivíduos jovens de *Xylopi sericea* da mata nativa e do plantio de eucalipto nos períodos seco e chuvoso (método discreto). Letras diferentes indicam diferenças significativas na herbivoria entre os períodos seco e chuvoso (test t, $p \leq 0,05$) (N = 30).

Figure 3. Mean percentage of leaf herbivory (\pm SD) on new and mature leaves of young individuals of *Xylopi sericea* in native forest and eucalypt plantations during the dry and wet seasons (discrete method). Different letters indicate significant differences in herbivory between the dry and rainy seasons (t test, $p \leq 0.05$) (N = 30).

maduras, parece estar relacionada ao fato da estação seca na região não ser tão pronunciada a ponto de afetar drasticamente a ocorrência de insetos herbívoros neste período. O tipo florestal ocorrente na região, Floresta Ombrófila e não Floresta Estacional (CARVALHO, *et al.*, 2008) corrobora esta afirmação. Outra alternativa é que folhas maduras, em geral, são mais defendidas da herbivoria por insetos (COLEY; BARONE, 1996; AIDE, 1993, CRAWLEY, 1983), mesmo no período chuvoso.

Folhas novas de *X. sericea* são mais atacadas do que folhas maduras?

Vários trabalhos têm observado que folhas novas são mais consumidas por fitófagos do que folhas maduras (CRAWLEY, 1983; NASCIMENTO *et al.*, 1990; AIDE, 1993; COLEY; BARONE, 1996). Este fato foi também observado no presente trabalho, porém apenas em indivíduos do plantio de eucalipto, tanto no período chuvoso ($p = 0,021$) quanto no período seco ($p = 0,037$) (Tabela 2). O maior ataque nas folhas novas de *X. sericea* no plantio de eucalipto parece não estar relacionada com a qualidade nutricional e com a produção de compostos de defesa à base de nitrogênio, uma vez que, as análises químicas de folhas de *X. sericea*, não mostraram diferenças significativas nas concentrações de C, N e razão C/N entre os estádios foliares (Tabela 1).

Tabela 2. Herbivoria foliar média (\pm DP) em folhas novas (FN) e maduras (FM) de indivíduos jovens de *Xylopi sericea* no plantio de eucalipto e na mata nativa nos períodos seco e chuvoso. Letras diferentes entre linhas para o mesmo período indicam diferença significativas entre os tipos foliares.

Table 2. Mean percentage of leaf herbivory (\pm SD) on new and mature leaves of young individuals of *Xylopi sericea* in eucalyptus plantations and native forest in the dry and rainy seasons. Different letters between rows for the same period indicate significant differences between leaf types.

Períodos	Tipo Foliar	Mata	Eucalipto
Chuvoso	FN	2,00 + 5,26 a	3,05 + 11,10 a
	FM	3,26 + 13,67 a	0,01 + 0,04 b
Seco	FN	3,22 + 9,79 a	0,01 + 0,04 a
	FM	0,20 + 0,56 a	0,01 + 0,02 b

Estudos certificam que a dureza foliar pode proporcionar obstáculo para alimentação dos fitófagos, devido à presença de feixes de fibras lignificados nas folhas e caule, e celulose (EDWARDS; WRATTEN, 1981; VARANDA, 2005). Os resultados aqui encontrados sugerem, também, que estas características - relacionadas com a quantidade de carbono nas folhas, conferindo maior dureza e com isso, promovendo a redução da digestibilidade - não devem estar influenciando nas porcentagens de herbivoria encontradas. Vale ressaltar que, outras características podem estar influenciando a palatabilidade dos insetos a estes tipos de folhas, como o teor de água disponível para os herbívoros, e as defesas químicas.

A diferença observada em folhas novas e maduras pode ser também devido à maior abundância de herbívoros mais especializados em folhas novas no plantio de eucalipto, em virtude de ser um ambiente mais homogêneo que a mata adjacente, o que leva à concentração dos recursos. Porém, a preferência alimentar por folhas novas ou maduras pode variar de acordo com o tipo de inseto que esteja atacando a planta (NASCIMENTO; HAY, 1993, BENDICHO-LÓPEZ *et al.*, 2006). Isto foi observado no presente estudo por haver maior número de lagartas coletadas no plantio de eucalipto que consumiam somente folhas novas, sendo a maior parte das lagartas da família Geometridae, enquanto na mata, houve somente uma espécie de lagarta (Geometridae) preferindo folhas novas. Espécies desta família são comumente observadas em eucaliptocultura (ZANUNCIO, 1993). Vale ressaltar que, o número de insetos herbívoros registrados, tanto no plantio de eucalipto quanto na mata, foi pequeno.

CONCLUSÃO

Em síntese, os resultados indicam que as porcentagens médias de herbivoria encontrada em *X. sericea* estão próximas do limite inferior da variação observada para espécies arbóreas de florestas tropicais úmidas. Em relação às hipóteses formuladas foi observado: 1) ocorrência de diferença na herbivoria entre ambientes, com indivíduos de *X. sericea* da mata tendo suas folhas mais atacadas do que indivíduos de *X. sericea* do plantio de eucalipto. Assim, foi rejeitada a hipótese de que folhas de *X. sericea* em ambiente menos complexo (plantio de eucalipto) sofreriam maiores danos; 2) que apenas folhas novas apresentaram mais herbivoria no período chuvoso, tanto em ambiente mais complexo (mata nativa) quanto em ambiente menos complexo (plantio de eucalipto), corroborando parcialmente a hipótese de que folhas de *X. sericea* seriam mais atacadas no período chuvoso do que no período seco; 3) que a ocorrência de maior taxa de herbivoria em folhas novas do que em folhas maduras foi parcialmente verificada, tendo ocorrido apenas para indivíduos de *X. sericea* do plantio de eucalipto. Este fato parece estar relacionado a uma maior abundância de herbívoros mais especializados e com preferência alimentar por folhas novas no plantio de eucalipto.

AGRADECIMENTO

Aos técnicos Helmo Siqueira Carvalho e Gerson Rocha da Purificação pelo auxílio nos trabalhos de campo. À equipe da Reserva Biológica União/ICMBIO pelo apoio logístico. Ao CNPq, pela concessão da Bolsa de Iniciação Científica a Aline Alves do Nascimento e a Anita Vieira de Freitas e de produtividade de pesquisa a Marcelo Trindade Nascimento. À TECNORTE pela bolsa de apoio técnico a Ana Paula da Silva. A FAPERJ pelo apoio financeiro. Ao professor Ricardo Monteiro (Departamento de Ecologia Animal-UFRJ) pela identificação dos insetos herbívoros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AERTS, R.E.; CHAPIN, F.S. The mineral nutrition of wild plants revisited: re-evaluation of processes and patterns. In: FILTER, A.H.; RAFFAELLI, D.G. (Eds.). *Advances in Ecological Research*. San Diego: Academic Press, 2000, p.1-67.
- AIDE, T.M. Patterns of leaf development and herbivory in a tropical understory community. *Ecology*, Washington, v.74, n.2, p.455-456, 1993.
- AIDE, T.M. Dry season leaf production: an escape from herbivory. *Biotropica*, Lawrence, v.24, n.4, p.532-537, 1992.
- ALMEIDA, L.M.; RIBEIRO-COSTA, C.S.; MARINONI. *Manual de Coleta, Conservação, Montagem e Identificação de Insetos*. Ribeirão Preto: Holos, 1998. 88p.
- BENDICHO-LÓPEZ, A.; MORAIS, H.C.; HAY, J.D.; DINIZ, I.D. Lepidópteros Folívoros em *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae) no Cerrado Sensu Stricto. *Neotropical Entomology*, Vacaria, v.35 ,n.2, p.182-191, 2006.
- BROWN, B.J.; EWEL, J. Herbivory in complex and simple tropical successional ecosystems. *Ecology*, Washington, v.68, n.1, p.108-116, 1987.
- CARVALHO, F.A.; NASCIMENTO, M.T.; BRAGA, J.M.A. Estrutura e composição do estrato arbóreo de um remanescente de mata atlântica submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata Rio Vermelho). *Revista Árvore*, Viçosa, v.31, n.4, p.717-730, 2007.

- CARVALHO, F.A.; NASCIMENTO, M.T.; BRAGA, J.M.A. Composição e riqueza florística do componente arbóreo da floresta atlântica submontana na região de Imbaú, Município de Silva Jardim, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.20, n.3, p.727-740, 2006.
- CARVALHO, F.A.; NASCIMENTO, M.T.; FILHO, A.T.O. Composição, riqueza e heterogeneidade da flora arbórea da bacia do rio São João, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v.22, n.4, p. 929-940, 2008.
- COLEY, P.D.; BARONE, J.A. Herbivory and plant defenses in tropical forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.27, p.305-335, 1996.
- COLEY, P.D. Herbivory and defense characteristics of tree species in a lowland tropical forest. **Ecology Monography**, Ithaca, v.53, n.2, p.209-233, 1983.
- CORNELISSEN, T.G.; FERNANDES, G.W. Insetos herbívoros e plantas: de inimigos a parceiros? **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.32, n.192, p.24-30, 2003.
- CORNELISSEN, T.G.; STILING, P. Does low nutritional quality act as a plant defence? An experimental test of the slow-growth, high-mortality hypothesis. **Ecological Entomology**, Oxford, v.31, p.32-40, 2006.
- CRAVEIRO, A.A; ALENCAR, J.W. Essential oil of *Xylopia sericea*. A comparative analysis. **Journal of Natural Products**. v.49, n.6, p.1146-1148, 1986.
- CRAWLEY, M.J. Herbivores and plant population dynamics. In: DAVI, A.J.; HUTCHINGS, D.M.J. (Eds). **Plant Population Ecology** Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1987.
- CRAWLEY, M.J. **Herbivory: The dynamics of animal-plant interactions**. Oxford: Blackwell Scientific Publications 1983, 437p.
- EDWARDS, P.J.; WRATTEN, S.D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. São Paulo: UDUSP, 1981. 71p. (Coleção temas de Biologia, 27).
- EVARISTO, V.T. **Dinâmica da comunidade e das principais populações arbustivo-arbóreas de mata atlântica em plantios abandonados de eucalipto (*Corymbia citriodora* (hook.) k.d.hill & l.a.s.johnson)**. 2008. 158p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2008.
- EVARISTO, V.T.; RIBEIRO, A.C.C.; NASCIMENTO, M.T. O uso do eucalipto em reflorestamentos como planta facilitadora da regeneração de espécies nativas da mata Atlântica: fato ou mito? CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., 2006, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Campos dos Goytacazes: CBSAF, 2006.
- FRANCESCHINELLI, E.V.; ALMEIDA, E.A.; ANTONINI, Y.; CABRAL, B.C.; CARMO, R.M.; DAMASCENO, A.; FONTENELLE, J.C.R.; GARCIAV. L.A.; GUILHERME, M.S.; LAPS R.R.; LEITÃO, G.G.; MIKICH, S.B.; MOREIRA, D.L.; NASCIMENTO, M.T.; NÉMÉSIO A.; RIBON, R.; SILVEIRA, F.A. & VIDIGAL, T.H. D.A. Interações entre animais e plantas. In: **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF. 2003. 510p.
- GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. São Paulo: Roca, 2007, 456p.
- IBAMA-INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Plano de Recuperação dos Eucaliptais da Reserva Biológica União**. Rio das Ostras: Ibama, 2007, 141p.
- LOPES, L.A.; BLOCHTEIN, B.; OTT, A.P. Diversidade de insetos antófilos em áreas com reflorestamento de eucalipto, Município de Triunfo, Rio grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v.97, n.2, p.181-193, 2007.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nossa Odessa: Plantarum, 2000. 640p.
- MAAS, P.J.M.; KAMER, H.M.; JUNIKKA, L.; SILVA, R.M.; RAINER H. Annonaceae from Central-eastern Brazil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.52, n.80, p.65-98, 2001.
- MACEDO-REIS, L.E.; RESENDE, D.C.; FARIA, M.L.; COSTA, F. M. Efeitos da vegetação nativa sobre a diversidade de insetos em plantios de Eucaliptus no Médio Rio Doce, Minas Gerais. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Resumos...**Caxambu: SEB, 2007.
- MIRANDA, C.C.; CANELLAS, L.P.; NASCIMENTO, M.T. Caracterização da matéria orgânica do solo em fragmentos de Mata Atlântica e em plantios abandonados de eucalipto, Reserva Biológica União, RJ. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.31, n.5, p.905-916, 2007.

- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, Londres, v.403, p.853-858. 2000.
- NASCIMENTO, M.T.; HAY, J.D., Intraspecific variation in herbivory on *Metrodorea pubescens* (Rutaceae) in two forest types in Central Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, São Paulo, v.53, n.1, p.143-153, 1993.
- NASCIMENTO, M.T.; PROCTOR, J. Leaf herbivory on three species in a monodominant and two other terra firme forests on Maracá Island, Brazil. *Acta Amazonica*, Manaus, v.31, n.1, p.27-38, 2001.
- NASCIMENTO, M.T.; VILLELA, D.M.; LACERDA, L.D. Foliar growth, longevity and herbivory in two "cerrado" species near Cuiabá, MT, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.13, p.27-32, 1990.
- PONTES, J.T; OLIVEIRA, J.C.S; CÂMARA, C.A.G.; JÚNIOR, M.G.C.G.; OLIVEIRA, J.V.; SCHWARTZ, M.O.E., Atividade acaricida dos óleos essenciais de folhas e frutos de *Xylopia sericea* sobre o ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch). *Química Nova*, São Paulo, v. 30; n.4, p.838-841, 2007.
- VARANDA, E.M.; BAROSELA, J.R.; OKI, Y.; PAIS, M.P.; CERRI, A. Defesas vegetais contra insetos folívoros. In: PIVELLO, V.R.; VARANDA, E.M. (Eds). *O cerrado Pé-de-Gigante: ecologia e conservação*. São Paulo. SMA. 2005. 256p.
- VILLELA, D.M.; NASCIMENTO, M.T.; MAZUREC, A.P.; GONÇALVES, G.M.; REZENDE, C.E. Soil chemical properties under *Eucalyptus citriodora* plantations of different ages after a 9-year period of abandonment in União Biological Reserve, Rio de Janeiro State, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LAND DEGRADATION AND MEETING OF THE IUSS SUBCOMMISSION C – SOIL AND WATER CONSERVATION, 3., 2001, Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2001.
- VITAL, M.H.F. Impacto ambiental de floresta de Eucalipto. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v.14, n.28, p.235-276, 2007.
- VITOUSEK, P.M. *Nutrient Cycling and Limitation: Hawai'i as a Model System*. Princeton: Princeton University Press, 2004. 223p.
- WHITE, T.C.R. The abundance of invertebrate herbivores in relation to the availability of nitrogen in stressed food plants. *Oecologia*, Berlin, v.63, n.1, p.90-105, 1984.
- ZANUNCIO, J.C. (Coord.) *Manual de pragas em florestas: Lepidoptera desfolhadores de eucalipto - biologia ecologia e controle*. Piracicaba: IPEF, 1993. 140p.

Recebido em 24/11/2009
Aceito para publicação em 02/02/2011