

# DENSIDADE DE TRICOMAS, ESCLEROFILIA FOLIAR E O GRAU DE HERBIVORIA EM ESPÉCIES DE *Inga* (FABACEAE), EM FLORESTA DE TERRA FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL

Anacy Muniz Miranda

---

## INTRODUÇÃO

A herbivoria é o consumo de partes das plantas, principalmente folhas, por animais ou patógenos (Begon *et al.*, 2006). Através da redução de área foliar disponível, a herbivoria afeta as taxas de fotossíntese e, conseqüentemente, o crescimento individual, podendo inclusive afetar a demografia das plantas consumidas (Coley, 1983). Este processo pode alterar o sucesso das plantas podendo ser um dos fatores responsáveis pela estrutura e composição das comunidades vegetais (Coley *et al.*, 1985). Como resposta a essa relação interespecífica, as plantas desenvolveram estratégias de defesa contra os ataques dos herbívoros, como compostos químicos, modificações estruturais e associações biológicas (Coley *et al.*, 1985).

De acordo com a teoria de alocação de recursos proposta por Coley e colaboradores (1985), a defesa de uma planta pode ser de dois tipos principais, qualitativa e quantitativa. As associações com formigas e a produção de metabólitos secundários se caracterizam como defesas qualitativas. Já modificações morfológicas como esclerofilia, lignificação e tricomas são qualificadas como defesas quantitativas. Coley e colaboradores (1985) também propõem que as defesas qualitativas contra herbívoros têm um custo inicial baixo, porém têm que ser produzidas constantemente, pois são efêmeras. Por outro lado, as defesas quantitativas têm um custo inicial alto, mas uma vez adquiridas são relativamente perenes na planta (Bazzaz *et al.*, 1987).

Para a maioria das espécies do gênero *Inga*, a estratégia de defesa mais comum é a associação com

formigas (Koptur, 1994). As plantas oferecem compostos açucarados através de nectários extraflorais localizados na ráquis de folhas jovens e como resposta à proteção deste recurso as formigas proporcionam proteção contra herbívoros. Entretanto, em interações de outras espécies de plantas com formigas, sabe-se que nem todas as espécies promovem uma defesa eficiente para a planta (Coley & Kursar, 1996). Algumas espécies apresentam, além das interações interespecíficas, outras características morfológicas que podem funcionar como estratégias de defesa adicionais contra herbívoros, como a presença de indumento e esclerofilia das folhas (Coley & Kursar, 1996).

A presença de indumento e a esclerofilia são duas características que podem influenciar diretamente a preferência dos herbívoros por determinadas espécies (Strauss *et al.*, 2002). O objetivo do presente estudo foi testar se a presença de indumento e a esclerofilia são atributos que influenciam o grau de herbivoria em folhas de diferentes espécies de *Inga*. Considerando a premissa que esses atributos foliares interferem na

palatabilidade foliar, folhas de espécies de *Inga* com mais tricomas e com uma consistência mais dura (cartácea ou coriácea) perderiam uma menor área foliar para os herbívoros do que as folhas sem tricomas e mais membranáceas.

## **MATERIAL & MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O estudo foi realizado na Reserva Km 41 (02°24'S e 59°44'O), administrada pelo Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), situada a aproximadamente 80 km ao norte de Manaus, Amazônia Central. O tipo florestal da região é a Floresta Ombrófila Densa, com uma altura de dossel que varia de 30 a 37 m. O clima na região é quente e úmido, com duas estações marcadas, temperatura anual média de 26 °C e precipitação anual variando de 1.900 a 2.300 mm (RADAMBRASIL, 1978). Na área da reserva são registradas mais de 60 espécies do gênero *Inga*, o qual é muito diverso e possui grandes variações em seus atributos e suas características morfológicas.

### **Delineamento amostral**

Com objetivo de amostrar um gradiente que abrangesse o máximo de interações possíveis entre a densidade de tricomas e a esclerofilia, foram selecionadas para o estudo seis espécies de *Inga* com graus distintos de variação nesses atributos. Foram amostrados três indivíduos de cada espécie localizados no sub-bosque da floresta. Em cada um deles foram coletadas 10 folhas, totalizando 180 folhas. Apenas eram selecionados indivíduos com até 2 m de altura. Folhas maduras foram coletadas apenas dos ramos jovens dos indivíduos de *Inga* a fim de coletar folhas de mesma idade e com tempos similares de exposição à herbivoria. Para garantir a independência entre os indivíduos da mesma espécie, considerou-se uma distância mínima entre eles de 50 m.

### **Categorização das características físicas da folha**

O indumento foliar foi estimado pela contagem do número de tricomas em 1 cm<sup>2</sup> da lâmina foliar de cada espécie, posteriormente categorizadas em três classes: glabras (duas espécies), com baixa densidade de tricomas (duas espécies) e alta

densidade de tricomas (duas espécies).

A medida de esclerofilia foi estimada testando a dureza de cinco folíolos por indivíduo de cada espécie através de uma medida indireta da força em gramas necessária para romper um folíolo, obtida com uma pesola de 600 g. A média dos pesos foi considerada como uma estimativa de esclerofilia para as espécies que foram categorizadas em três classes de esclerofilia: membranácea, média e alta.

Para determinar o percentual de área consumida pelos herbívoros, todas as 180 folhas foram fotografadas e utilizando o programa ImageTool 3.0 foram calculadas a área foliar total e a área foliar consumida. O percentual de área foliar consumida foi considerado como medida para o grau de herbivoria.

### **Análise estatística**

A fim de investigar se o indumento foliar e a esclerofilia influenciavam o grau de herbivoria foi utilizada uma ANOVA de dois fatores, onde os efeitos independentes do indumento e da esclerofilia foram testados como variáveis explanatórias

e a proporção de área foliar consumida como variável resposta. Como nem todas as classes de esclerofilia ocorreram nas classes de indumento, a existência de interação entre esses fatores foi inferida através de intervalo de confiança das médias de cada classe de esclerofilia. Para o teste foram utilizadas as proporções de áreas foliares consumidas log-transformadas, pois os dados não

atendiam as premissas de homogeneidade e variância do teste.

## RESULTADOS

As densidades de tricomas na lâmina foliar apresentaram uma ampla variação entre as espécies de *Inga* ( $453,83 \pm 753,61$ ). Não ocorrendo o mesmo entre as classes de esclerofilia que apresentaram uma menor variação ( $366,51 \pm 110,90$ ) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Indumento e esclerofilia de seis espécies de *Inga*, em Floresta de Terra Firme na Amazônia Central.

Morfoespécies de <i>Inga</i>	Indumento (nº de tricomas/cm <sup>2</sup> )	Classe de indumento	Esclerofilia (g)	Classe de esclerofilia
<i>Inga</i> sp.1	0	Glabra	337	Média
<i>Inga</i> sp.2	0	Glabra	434	Alta
<i>Inga</i> sp.3	59	Baixa	264	Membranácea
<i>Inga</i> sp.4	65	Baixa	353	Média
<i>Inga</i> sp.5	712	Alta	260	Membranácea
<i>Inga</i> sp.6	1887	Alta	551	Alta

As seis espécies de *Inga* estudadas apresentaram sinais de herbivoria. A herbivoria foi maior em folhas glabras ( $5,82 \pm 2,16$  cm<sup>2</sup>) do que

em folhas com baixa ( $3,33 \pm 1,48$  cm<sup>2</sup>) e alta densidade de tricomas ( $0,19 \pm 0,17$  cm<sup>2</sup>) ( $n = 18$ ;  $F_{2,18} = 45,577$ ;  $p < 0,001$ ) (Figura 1).

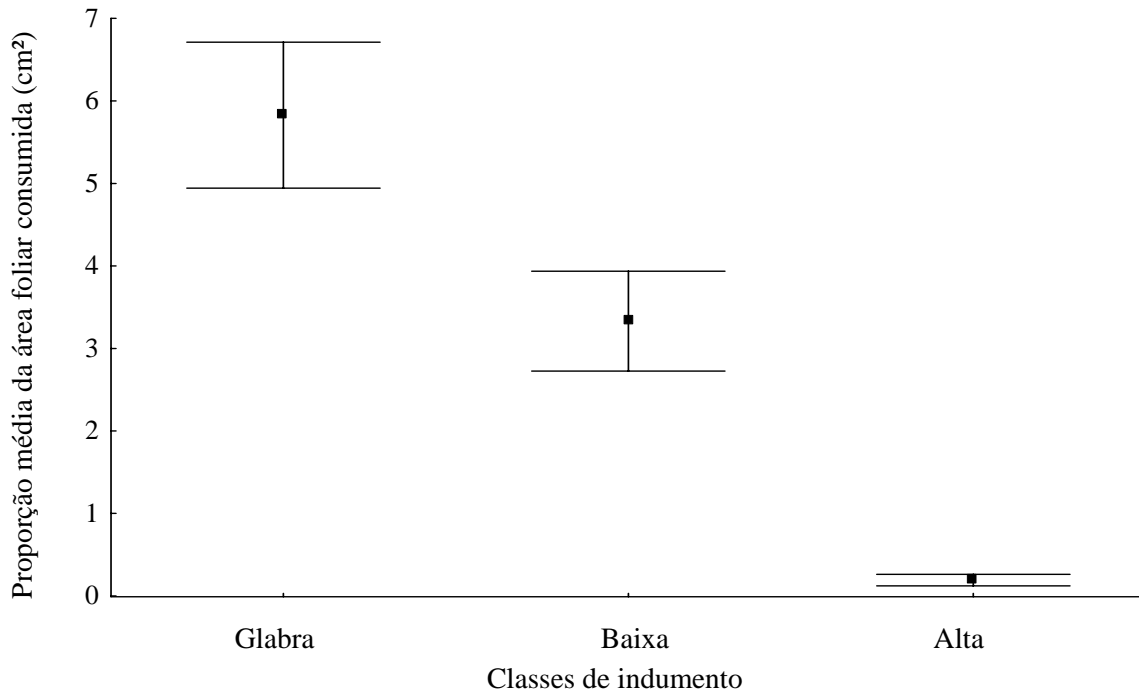


Figura 1. Proporção média da área foliar consumida e o indumento em folhas de seis espécies de *Inga* em floresta de terra firme na Amazônia Central. Os quadrados representam as médias e as barras verticais representam o erro padrão.

A porcentagem de áreas foliares consumidas foram maiores em folhas com esclerofilia média (5,82 + 2,36 %) do que em folhas com alta

esclerofilia (2,20 ± 2,17 %) ou membranácea (1,31 ± 1,43 %) ( $n = 18$ ;  $F_{1,18} = 4,551$ ;  $p = 0,052$ ) (Figura 2).

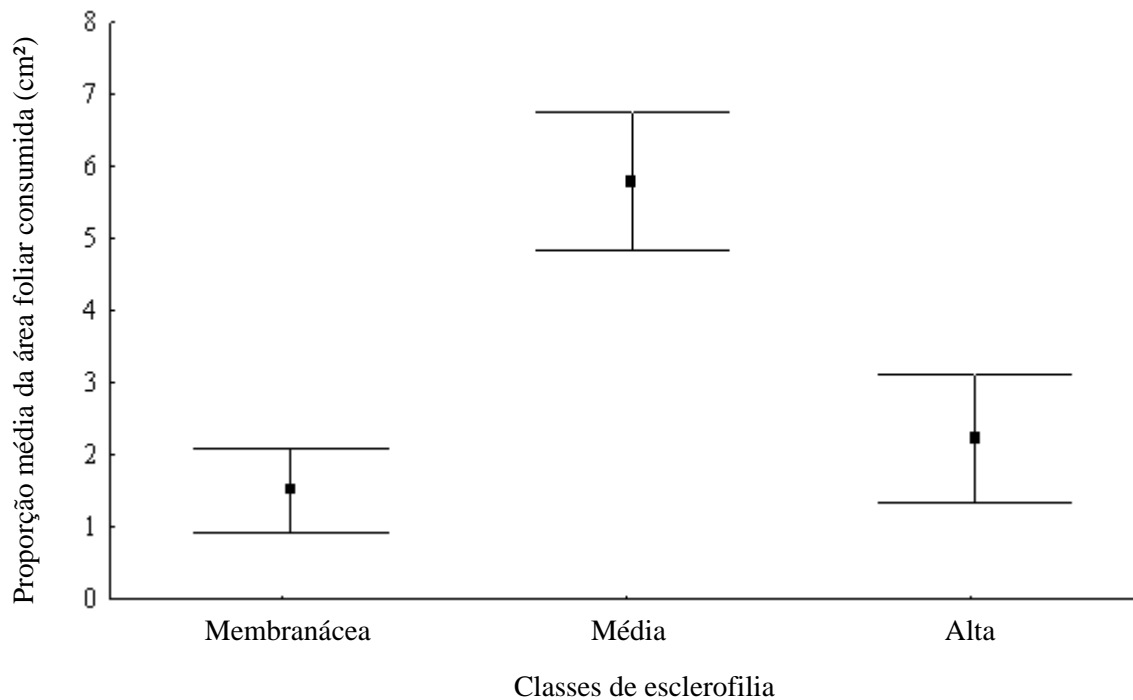
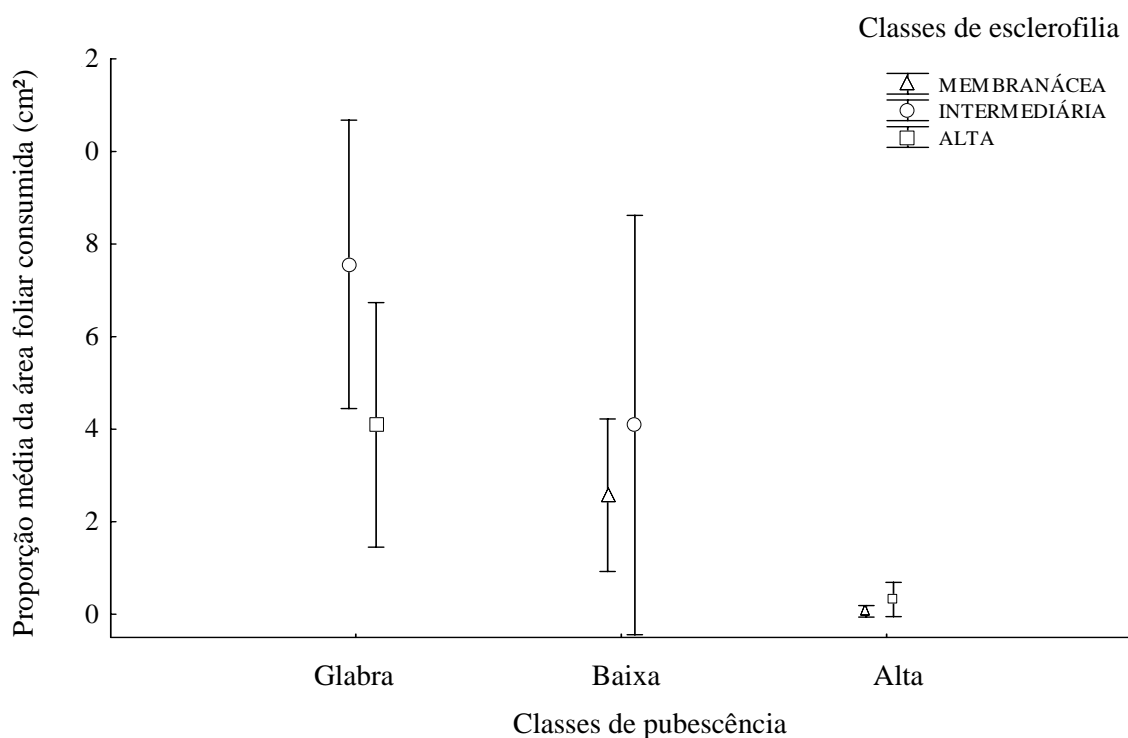


Figura 2. Área foliar consumida e a esclerofilia das folhas de diferentes espécies de *Inga* em floresta de terra firme na Amazônia Central. Os quadrados representam as médias e as barras verticais representam o erro padrão.

As espécies com esclerofilia média estão dentro das classes de indumento que apresentaram maior grau de herbivoria. Quando analisados os intervalos de confiança das médias de herbivoria dentro das classes de indumento, observou-se que para as classes de alta e baixa densidade de

tricomos não houve diferença na proporção de área foliar consumida entre as classes de esclerofilia. Nas espécies com folhas glabras observou-se que os intervalos de confiança das classes intermediária e alta de esclerofilia não se sobrepõem.



**Figura 3.** Área foliar consumida e o indumento da folha, considerando as diferentes classes de esclerofilia dentro de cada classe de indumento em seis espécies de *Inga*, em floresta de terra firme na Amazônia Central. Os quadrados representam as médias das classes de esclerofilia e as barras verticais limitam o intervalo de confiança (95 %).

## DISCUSSÃO

A hipótese de que espécies de *Inga* com folhas com indumento seriam menos consumidas por herbívoros foi corroborada. Folhas com maior densidade de tricomas parecem diminuir sem inibir a ação de herbívoros. Uma explicação possível

para esse fato é que características que repelem alguns herbívoros generalistas podem não ser suficientes para repelir insetos especialistas (Strauss *et al.*, 2002).

A hipótese de que espécies de *Inga* com folhas de esclerofilia mais alta seriam menos consumidas por

herbívoros foi refutada. É possível que este fato aconteça porque as espécies com esclerofilia média incluem espécies com pouco ou nenhum indumento, assim elas possuem menos mecanismos de defesa e são mais consumidas pelos herbívoros. Já as espécies da classe de esclerofilia membranácea, que tem apenas espécies com indumento (baixa e alta densidade de tricomas), têm menor grau de herbivoria por possuir mais características que repelem os herbívoros. Esse fato sugere que em folhas com indumento a esclerofilia não interfere de maneira significativa na inibição da ação dos herbívoros. Entretanto, em folhas glabras, a esclerofilia da folha aparece como uma característica fundamental na diminuição do consumo das folhas pelos herbívoros (Coley & Kursar, 1996).

Estes fatos demonstram que as espécies de *Inga* estudadas apresentam diferentes estratégias de defesa contra os herbívoros. Os fenótipos com folhas glabras e com esclerofilia alta apresentam maior sucesso na defesa contra os herbívoros do que aqueles com folhas membranáceas. Para as espécies com

baixa densidade de tricomas, os fenótipos mais bem sucedidos foram aqueles com esclerofilia média e alta. Já para as espécies com alta densidade de tricomas o grau de esclerofilia não representa uma característica importante uma vez que a porcentagens de herbivoria são semelhantes em folhas coriáceas e membranáceas. Assim, em espécies com alta densidade de tricomas nas folhas, a esclerofilia já não representa um fator importante na inibição dos herbívoros.

Em todos os indivíduos coletados observou-se a presença de formigas, entretanto essa interação não foi considerada como variável neste estudo, visto que essa interação está restrita às folhas jovens. No entanto, essa associação também atua na inibição dos herbívoros (Coley *et al.*, 1985), mas em um momento onde as folhas jovens ainda não desenvolveram os indumentos foliares, corroborando a importância desses indumentos em folhas maduras.

Conclui-se com este estudo que folhas de espécies de *Inga* com alta densidade de tricomas provavelmente reduzem o acesso dos

herbívoros à folha e conseqüentemente inibem a ação dos mesmos. Pode-se inferir também que a esclerofilia da folha em espécies de *Inga* age de maneira combinada com o indumento, de forma que a esclerofilia se torna um fator mais relevante na inibição dos herbívoros em folhas glabras.

Sugere-se que em estudos posteriores seja investigada a interação com as formigas, considerando as diferentes espécies de formiga e sua eficiência no combate ao ataque dos herbívoros em folhas jovens. É importante também, que estes estudos contemplem todas as classes de esclerofilia dentro das classes de pubescência, objetivando mostrar a interação entre esses fatores.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço imensamente a todos que me permitiram ter essa experiência maravilhosa capaz de nos fazer ir além dos nossos limites. A todos os colegas adoráveis que fizeram com que as quartas-feiras mais difíceis fossem muito mais amenas com constantes ares de alegria. Principalmente às meninas

lindas, Bê com seu jeitinho meigo cantando “Anacy há dez mil anos atrás...”, Camila Zatz com seu jeito inconfundível e adorável, Geórgia com suas risadas deliciosas e sua amizade tão linda, Má com seu jeitinho encantador e gentil, e ainda Paulina com sua energia contagiante. Vocês com certeza já moram no meu coração! Ao Glauco e ao Zé por todas as orientações, pelas palavras de apoio e carinho nos momentos de desespero e por toda a dedicação para que esse curso pudesse realmente fazer a diferença nas nossas vidas (e na minha fez toda diferença!). Muito obrigada por me dar essa chance! Ao Caê pela atenção e ajuda nos trabalhos da fase “hidráulica”. Ao Carlos por suas pérolas que divertiam nosso dia. Ao Dé e ao Bruno pelas imprescindíveis ajudas em campo, pelos auxílios com os relatórios e pelos momentos musicais de descontração. Ao Lu, pela orientação, pelas conversas, ajuda nas análises estatísticas, pelo bom humor e cantorias constantes. Ao Paulinho que chegou com esse seu jeito contagiante e renovou as nossas energias, além é claro da imprescindível ajuda com as



estatísticas da Floresta Amazônica. Ao Pelúcio que resolveu aparecer em muitos dos nossos projetos finais. Agradeço enfim a todos que me proporcionaram esse momento único e muito especial na minha vida. Obrigada!!!

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bazzaz, R.A.; N.R. Chiarello; P.D. Coley & L.F. Pitelka. 1987. Allocating Resources to Reproduction and Defense. *Bioscience*, 37: 58-67.
- Begon, M.; J.L. Harper & C.R. Townsend. 2006. *Ecology: from Individuals to Ecosystems*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Coley, P.D. 1983. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs*, 53: 209-233.
- Coley, P.D.; J.P. Bryant & F.S. Chapin. 1985. Resource availability and planta anti-herbivore defense. *Science*, 230: 895-899
- Coley, P.D. & T.A. Kursar. 1996. Anti-herbivory defenses of young tropical leaves: Physiological constraints and ecological tradeoffs, pp. 305-336. Em: *Tropical Forest Plant Ecophysiology* (Smith, A.A.; S.S. Mulkey & R.L. Chaz, eds.). University of Utah, Salt Lake City.
- ImageTool 3.0. 2002. Wilcox, D.; B. Dove; D. McDavid & D. Greer. The University of Texas Health Science Center in San Antonio.
- Koptur, S. 1994. Experimental evidence for defense of *Inga* (Mimosidae) saplings by ants. *Ecology*, 65: 1787-1793
- RADAMBRASIL. 1998. *Levantamento de recursos naturais*, vol.1-18. Ministério das Minas e Energia, Departamento de Produção Mineral, Rio de Janeiro.
- Strauss, S.Y.; J.A. Rudgers; J.A. Lau & R.E. Irwin. 2002. Direct and ecological costs of resistance to herbivory. *Trends in Ecology & Evolution*, 17: 278-285.