

A cor branca de folhas novas influencia a predação de herbívoros crípticos?

Tadeu José Guerra

Introdução

As interações entre herbívoros e suas plantas resultaram em uma grande variedade de adaptações em ambas as partes. As pressões seletivas exercidas pelos herbívoros levaram à evolução de defesas mecânicas, químicas e fenológicas nas plantas. Os herbívoros, por sua vez, desenvolveram adaptações morfológicas e fisiológicas para lidar com as defesas utilizadas das plantas para repeli-los (Herrera & Pellmyr 2002). Além disso, os herbívoros constituem o nível secundário da cadeia trófica e tem que lidar com seus predadores (Begon *et al.* 1986). Muitos herbívoros desenvolveram estratégias comportamentais, químicas e morfológicas para escapar da predação. Muitos artrópodes herbívoros que são palatáveis possuem coloração críptica, que os torna semelhantes ao substrato, dificultando ser encontrados por predadores (Cott 1940; Edmunds 1974).

Em função da intensa atividade de crescimento celular folhas novas geralmente possuem maiores concentrações de nitrogênio e água do que folhas maduras, o que as torna mais atrativas para os herbívoros do ponto de vista nutricional. Isso se reflete em uma

proporção até 20 vezes maior de danos nas folhas jovens em relação a folhas maduras (Coley & Barone 1996). Entre as defesas contra herbívoros mais comuns nas florestas tropicais destacam-se a rápida expansão foliar, a produção de metabólitos secundários e a produção sincrônica de folhas novas. As vantagens adaptativas dessas estratégias se relacionam principalmente a uma redução da herbivoria através da diminuição da atratividade e da palatabilidade das folhas novas, e do aumento de sua disponibilidade que poderia saciar os herbívoros (Coley & Kursar 1996).

Uma estratégia que evoluiu independentemente em muitas espécies nas florestas tropicais é o atraso do desenvolvimento de cloroplastos em folhas em expansão, o que as torna esbranquiçadas. Nessas folhas os níveis de clorofila e rubisco correspondem a apenas 10 - 20% dos níveis encontrados em folhas novas de cor verde, o que reduz sua capacidade fotossintética (Kursar & Coley 1992). Segundo Coley & Barone (1996) retardo na produção de cloroplastos, cujas membranas são ricas em lipídeos, relaciona-se a um menor

investimento energético por parte da planta. Dessa forma a herbivoria em folhas novas resultaria em uma perda menor de recursos. Essa adaptação decorreria, portanto, de uma troca ecológica entre uma diminuição da capacidade de fotossíntese e a perda de recursos nos eventos de herbivoria.

Presumindo que lepidópteros em estágio larval são especializados no consumo de folhas e que muitas espécies possuem coloração verde que lhes proporciona uma vantagem no escape de predadores, levantei a hipótese de que herbívoros de coloração críptica seriam mais predados em folhas novas de cor branca por se tornarem mais conspícuos para predadores visualmente orientados. O objetivo desse estudo foi avaliar se modelos de larvas de lepidópteros de cor verde sobre folhas novas de cor branca sofrem maior predação do quando sobre folhas maduras de coloração verde.

Material & métodos

Realizei o estudo na Reserva do Km 41, pertencente ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA/ Smithsonian Institute), localizada a 80 Km a noroeste de Manaus (2° 24'S, 59° 52'O). Esta reserva abrange cerca de 10.000 ha de floresta de terra firme contínua, com temperatura média anual

de 26 °C e precipitação em torno de 2200 mm (Lovejoy & Bierregaard 1990).

Para avaliar a influência da coloração das folhas sobre a detecção de herbívoros por predadores visualmente orientados, utilizei modelos de lepidópteros em estágio larval confeccionados com massa de modelar de cor verde. Esse método já foi utilizado com sucesso por Andrade (1997) na avaliação de padrões de predação em modelos de larvas de lepidópteros. Cada modelo tinha aproximadamente de 25 mm de comprimento por 3 mm diâmetro e era fixada em uma extremidade de uma linha de nylon. Transpassei as folhas com a linha, amarrando-a ao pecíolo da folha e deixando apenas a larva visível sobre a superfície da folha. Apliquei Tanglefoot nos pecíolos para impedir o acesso de formigas. Coloquei cada larva artificial sobre uma folha verde e sobre uma folha nova em expansão de coloração esbranquiçada, sempre em plantas distintas do sub-bosque, em alturas variando entre 0,5 e 2 m. Dispus os modelos em pares alternando entre folhas verdes e brancas, variando de 1 a 10 m entre si, em transecções lineares paralelas com cerca de 50 e 100 m de comprimento e distantes entre si no mínimo 100 m. Coloquei dez pares de controle e tratamento ao longo de oito transecções (blocos) num total de 160 larvas. Observei a proporção de larvas atacadas por bloco após 48 h de sua colocação.

Classifiquei o padrão de ataque em: aves, quando foi possível observar marcas de bicadas que deixam sulcos retos e mais profundos (Figura 1a), ou vespas, quando foi possível observar perfurações menores relativas a pequenas mandíbulas e quando os modelos foram mastigados nas extremidades

(Figura 1b). Comparei a proporção de predação entre controle e tratamento em cada bloco utilizando o teste t pareado, após transformar os dados do arco-seno na raiz quadrada para sua normalização (Zar 1996).

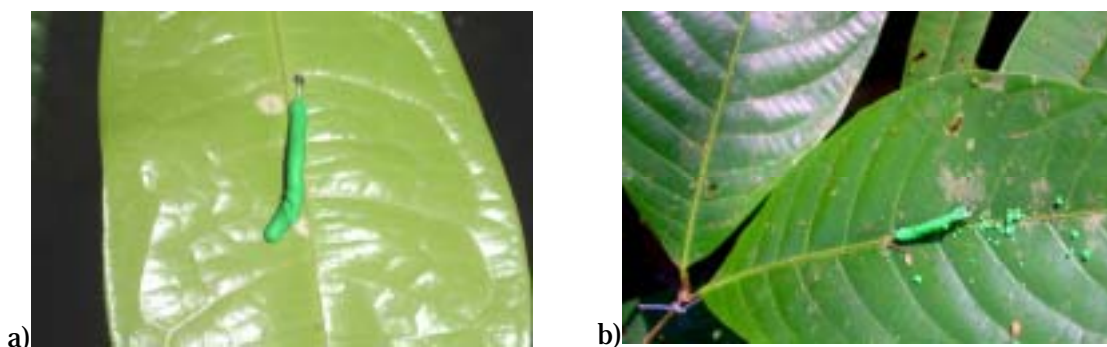


Figura 1. Modelos de larvas de lepidópteros apresentando marcas de: a) ataque por ave e b) ataque por vespa.

Resultados

Alguns dos pares não foram reencontrados e em cinco blocos a proporção foi calculada com base em nove pares, dois com base em dez e um com base em oito num total de 146 larvas, 73 para folhas brancas e verdes. Dos modelos colocados sobre folhas brancas, 24% (n = 18) foram atacados contra apenas 16% (n = 12) das colocadas sobre folhas verdes. Não houve diferença significativa com relação à proporção de larvas predadas entre as colocadas sobre folhas brancas e verdes (t pareado = 1,01; g.l. = 7; p = 0,34). Apenas três larvas atacadas apresentaram marcas

consistentes com bicadas de pássaros e todas estavam sobre folhas brancas, o que impossibilitou o uso de testes estatísticos. Dos 27 modelos atacados que apresentaram marcas de mandíbulas de insetos, 55% estavam sobre folhas brancas e 45% sobre folhas verdes e não houve diferença significativa na proporção de larvas predadas entre as colocadas sobre folhas brancas e verdes (t pareado = 0,35; gl. = 7; p = 0,73). As medidas de tendência central das proporções de predação por bloco estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Estatísticas descritivas da proporção de larvas artificiais predadas ao longo de oito transecções em uma floresta continua de terra firme na Amazônia central, AM.

	Folha	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Aves	Branca	0,04	0,05	0,11	0,00
	Verde	0,00	–	–	–
Vespas	Branca	0,20	0,13	0,37	0,00
	Verde	0,16	0,09	0,37	0,09
Total	Branca	0,24	0,12	0,37	0,00
	Verde	0,16	0,10	0,37	0,08

Discussão

A diferença na predação das larvas entre folhas brancas e verdes não foi estatisticamente significativa, embora a proporção de predação tenha sido maior sobre folhas brancas. No caso de predação por aves, o número de larvas atacadas foi muito pequeno, mas apenas larvas colocadas sobre folhas brancas foram predadas o que indica, como o esperado, que o contraste entre folhas brancas e herbívoros crípticos pode torná-los mais suscetíveis à predação. Isso deve ser especialmente verdadeiro no caso de aves insetívoras que vivem no sub-bosque, que possuem a visão bastante desenvolvida em função da baixa luminosidade desse ambiente (Sick 1997).

As vespas foram os predadores mais freqüentes no ataque às larvas artificiais. Esse resultado indica que esses insetos podem exercer uma forte pressão seletiva sobre

lepidópteros em estágio larval. Vespas são insetos orientados por pistas químicas em longas distâncias, visualmente a curtas distâncias e por estímulos táteis quando próximas aos objetos (G. Machado com. pess.). Espécies desse grupo podem se utilizar voláteis liberados pelas plantas no ato do consumo das folhas como pista na para a localização de suas presas. Esses voláteis podem ter sido liberados durante o ato de transpassar a folha com linha de nylon. Ainda sim este fator foi controlado, uma vez que foi igual em ambos tratamentos. O fato do contraste não ter sido importante para vespas na localização das larvas artificiais pode ter relação com uma combinação de fatores. Entre eles seu comportamento de busca, sua visão desenvolvida capaz de perceber a diferenças sutis entre a cor das larvas artificiais e as folhas verdes e capacidade de percepção de voláteis.

Miranda (2003) realizou um estudo semelhante na mesma área de estudo para avaliar a predação entre folhas de coloração branca e vermelhas e observou uma taxa de predação de 43% em um período de 24 h. Segundo o autor na maioria dos ataques as marcas foram consistente com bicadas e ocorreram próximas a cabeça das larvas (extremidades). Também observei ataque maior nas extremidades dos modelos, mas estes nas foram consistente com o ataque por vespas. No entanto, o autor utilizou folhas de papel, não utilizou nenhuma substância para repelir o ataque de formigas, não deixou claro qual a cor das larvas o que compromete a comparação dos resultados.

A pequena proporção de ataques observados se deve provavelmente a curta duração do período de exposição das larvas aos predadores. De acordo com Coley & Barone (1996) folhas de plantas das florestas tropicais possuem uma grande longevidade, podendo durar de um a dez anos, e passam de dias a meses em fase de expansão foliar. Além disso, o período de duração do estágio larval em lepidópteros pode durar de semanas até meses (Borror *et al.* 1981). O tempo de exposição das larvas aos predadores neste experimento foi muito curta e em trabalhos futuros seria importante que se realizassem experimentos similares com maiores períodos de exposição dos modelos. Também seria

importante que os modelos fossem conferidos diariamente a fim de evitar que marcas deixadas por um grupo de predadores não sejam alteradas por um segundo. Os resultados não indicam que vespas predadoras podem detectar presas em folhas brancas com maior facilidade. Isso pode não ser verdade no caso das aves. A hipótese apresentada não é mutuamente exclusiva a hipótese da troca ecológica proposta por Coley & Barone (1996) e em conjunto poderiam explicar as vantagens da produção de folhas novas de cor branca nas florestas tropicais. A vantagem de hipótese proposta é a relativa facilidade em testá-la experimentalmente.

Agradecimentos

Ao amigo Beto pela companhia durante as horas de “enrolação” com as lagartinhas e pela imprescindível ajuda no trabalho de campo. A Noni pelo empréstimo do Tanglefoot e ao Daniel, Cata e Renatinha pelas máquinas fotográficas. Ao Glauco Machado pelas críticas e sugestões precisas no delineamento do experimento. Ao Tiago Izzo pelas importantes sugestões no delineamento do experimento e na redação do manuscrito. Ao Adalberto dos Santos pelos comentários certos no manuscrito. Aos professores e colegas do curso EFA 2006 pelos dias “fantásticos” e inesquecíveis que passamos

juntos na Amazônia central. A equipe de apoio (nossos anjos da guarda): Leo, Dona Eduarda, Cabocão, João de Deus e toda a tripulação do Dona Selly. Especialmente ao professor Woody Benson por ter me exposto suas idéias sobre a influência do contraste na predação de herbívoros crípticos e a ele dedico este trabalho por sua imensurável contribuição a ecologia evolutiva brasileira e especialmente por seu pioneirismo ministrando cursos de ecologia de campo no Brasil.

Referências bibliográficas

- Andrade, I. 1997. Avaliação experimental de variações espaciais temporais no ataque de larvas de Lepidoptera. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Begon M.; Harper, J.L. & Townsend, C.R. 1986. Ecology: Individuals, Populations and Communities. Blackwell Scientific Publications, Boston.
- Borror, D.J.; Long, D.M. & Triplehorn, C.A. 1981. The anatomy and physiology of insects. Pp: 26-75, in: D.J. Borror, D.M. De Long & C.A. Triplehorn (eds). An Introduction to the Study of Insects. Hapton Graphics, Inc. Philadelphia.
- Cott, H.B. 1940. Adaptive coloration in animals. Methuen Ltd, London.
- Coley, P.D. & Kursar, T.A. 1996. Anti-herbivore defenses of young tropical leaves: Physiological constraints and ecological trade-offs. Mulkey, S. S., R. L. Chazon & A. P. Smith (eds.). Tropical forest ecophysiology. Chapman and Hall, London.
- Coley, P.D. & Barone, J.A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. Annual Review in Ecology and Systematics 27: 305-335
- Edmunds, M. 1974. Defense in animals. A survey of antipredator defenses. Longman Group Ltd, Harlow.
- Herrera, C.M. & Pellmyr, O. 2002. Plant-animal interactions: an evolutionary approach. Blackwell Science Ltd, Oxford, UK.
- Kursar, T.L. & Coley, P.D. 1992. The consequences of delayed greening during leaf development for light absorption and light use efficiency. Plant Cell Environment 15:901-909.
- Lovejoy, T & Bierregaard, R.O. 1990. Central Amazonian forests and the minimum critical size of ecosystems projects. In: Four Neotropical Rain Forest, Gentry, A.H. (ed.). Yale University Press, New Haven.
- Miranda, J.P. 2003. Qual o significado ecológico da coloração conspicua das folhas jovens das espécies de plantas de sub-bosque na Amazônia central? Livro do

- Curso de Campo "Ecologia da Floresta Amazônica". INPA/PDBFF, Manaus, AM.
- Sick, H. 1997. Ornitologia Brasileira, uma introdução. 2ª Ed. Nova Fronteira. Rio de Janeiro.
- Zar, J.H. 1996. Biostatistics analyses. Prentice-Hall International Ed. London, UK.