

Predação de *Opuntia monacantha* (Willd.) Haw. (Cactaceae) por *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) em restingas da Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil

Maurício Lenzi^{1*}
Juliana Soares²
Afonso Inácio Orth²

¹ Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, CCA/UFSC

² Depto. de Fitotecnia, CCA/UFSC, Laboratório de Entomologia Agrícola,
Rodovia Admar Gonzaga, 1346 – Bairro Itacorubi – Caixa postal 476,
CEP: 88040-900 – Florianópolis (SC)

* Autor para correspondência
mlenzi_pgrgv@yahoo.com.br

Submetido em 25/05/2005

Aceito para publicação em 20/01/2006

Resumo

O gênero *Opuntia* é mundialmente conhecido pela sua importância ecológica, ornamental e agrônômica. Algumas espécies se tornaram invasoras nos países onde foram introduzidas, e como controle biológico foi usado o piralídeo *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae), coletado na Argentina. Entretanto, os efeitos do ataque deste piralídeo sobre cactáceas nativas ainda não foram totalmente elucidados. Objetivou-se neste estudo, detectar e quantificar o efeito da predação de *C. cactorum* sobre *Opuntia monacantha*. Os estudos foram conduzidos durante os meses de setembro a novembro de 2004, em trilhas predefinidas, sobre vegetação de restinga, localizadas entre as praias Mole e Galheta, SC (27°35'83.1''S e 48°25'70.6''W). Todas as plantas estudadas (n = 20) apresentaram algum tipo de indício ou dano causado por *C. cactorum*. A quantidade de cladódios e de frutos não predados (68%) e (85%), respectivamente, foi superior aos predados. Cladódios terminais foram as estruturas mais predadas e que apresentaram o maior número de lagartas em seu interior. Constatou-se grande perda das sementes nos frutos predados. As aréolas restantes em partes dos cladódios e frutos predados se diferenciaram em brotos e raízes. Os dados obtidos nesta pesquisa demonstram que as plantas de *O. monacantha* são predadas pelas lagartas da espécie *C. cactorum*, mas que essa cactácea, aparentemente, possui mecanismos de defesa como garantia de manutenção das suas populações.

Unitermos: *Opuntia monacantha*, *Cactoblastis cactorum*, *Dactylopius*, predação, interações planta-animal, restinga

Abstract

Predation of *Opuntia monacantha* (Willd.) Haw. (Cactaceae) by *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) in a sand bank area of Santa Catarina island, south Brazil. The genus *Opuntia* is worldwide known for its ecological, ornamental and agronomic importance. Some species became pests in the countries in which they were introduced, and as biological control, *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae, originary from Argentina, were used. However, the effect of the attack of this pyralid on native cactus has yet not been elucidated. The objective of this study was to detect and to quantify the predation of *C.*

cactorum on *Opuntia monacantha*. The study was carried out from September to November of 2004, along pre-defined tracks, on a sand bank vegetation area, between the Mole and Galheta beaches in the Santa Catarina island (27°35'83.1"S e 48°25'70.6"W). All the studied plants (n = 20) presented some damage caused by *C. cactorum*. The proportion of unpredated cladodes (68%) and fruits (85%) was higher than the predated ones. Terminal cladodes were highly predated structures and presented the highest number of larvae inside. Seed loss in the predated fruits was high. The remaining areole of the predated cladodes and fruits differentiated into sprouts and roots and formed new plants. *O. monacantha*, despite of being predated by *C. cactorum* larvae, apparently possess defense mechanisms which assure the maintenance of its populations.

Key words: *Opuntia monacantha*, *Cactoblastis cactorum*, *Dactylopius*, predation, plant-animal interactions, restinga

Introdução

O gênero *Opuntia* é nativo da Américas do Sul e Central. No início do século XX, foram introduzidas na Austrália e nos Estados Unidos da América, com fins ornamentais e agrônômicos, tornando-se invasoras nesses países (Zimmermann et al., 2000; Brutsch e Zimmermann, 2001). Para o controle biológico dessas plantas foram utilizadas lagartas de *Cactoblastis cactorum* Bergroth (1885) da família Pyralidae, que se alimentam exclusivamente de cactáceas da sub-família Opuntioideae (Krebs, 1972; Stiling, 1996).

Originário do norte da Argentina, mas com ocorrência natural em alguns países vizinhos, *C. cactorum* pode depositar até 100 ovos reunidos em uma estrutura em forma de bastão, a qual se fixa na superfície de um ou mais cladódios (Zimmermann et al., 2000). Após nascerem, as lagartas adentram essas estruturas e se desenvolvem internamente passando por seis instares, atingindo em média 3cm de comprimento no último instar. Uma vez completado o desenvolvimento larval, os indivíduos deixam dos cladódios e empupam, em casulos de seda, em geral, sob os restos dos cladódios caídos sobre o solo. As mariposas adultas emergem depois de 60 a 70 dias de período pupal. Esse ciclo pode se repetir até duas vezes ao ano (Zimmermann et al., 2000; Brutsch e Zimmermann, 2001).

Atualmente, *C. cactorum* tem se espalhado pelo mundo através do comércio internacional de cladódios e frutos de *Opuntia* (Zimmermann et al., 2000). No entanto, se por um lado *C. cactorum* tem sido considerado um excelente controle biológico para espécies de cactáceas invasoras, por outro, sua introdução em alguns ambientes pode vir a se tornar um sério problema para diversas

espécies de *Opuntia* nativas, sendo escassos os estudos que avaliaram tal impacto (Zimmermann et al., 2000).

Para Stiling (1996), a interação entre *C. cactorum* e cactáceas do gênero *Opuntia* é um exemplo clássico de herbivoria. Para Odum (1988), porém, esse tipo de combinação, na qual uma espécie de menor tamanho afeta adversamente a outra de maior tamanho, de forma indireta, na luta por recursos limitados denomina-se predação ou parasitismo. Neste estudo adotaremos o termo predação.

As plantas possuem estratégias variadas de defesa e repulsão de seus inimigos (Janzen, 1969; Coley e Barone, 1996; Stiling, 1996), sendo os metabólitos secundários o meio de defesa mais estudado (Mello e Silva-Filho, 2002). São também reconhecidos alguns casos de relações de protocooperação e mutualismo (Odum, 1988), denominadas de anti-herbivoria, como as formigas que destroem, em alguns casos, os ovos de vários insetos predadores de plantas (Oliveira et al., 1999). Cactáceas, em geral, possuem espinhos como defesa à herbivoria, e diversas espécies de *Opuntia*, conspicuamente apresentam espinhos de diversos tamanhos e formas (Scheinvar, 1985).

Opuntia monacantha (Willd.) Haw. (Figura 1), é uma Cactaceae com distribuição na Argentina, Paraguai, Uruguai e na costa sudeste/sul do Brasil (Taylor e Zappi, 2004). Na Ilha de Santa Catarina é espécie característica da vegetação herbácea e arbustiva das restingas e dos afloramentos rochosos. Trata-se de uma planta arborescente, muito ramificada e espinhosa, e que produz grande quantidade de frutos comestíveis (Scheinvar, 1985). Como em outras *Opuntia*, a espécie apresenta boa capacidade de regeneração, pois possui em seus cladódios e frutos, as aréolas, estruturas que podem, a partir do seu

tecido meristemático e sob condições ambientais adequadas, originam novos cladódios, flores e raízes (Hills, 2001). Além disso, os frutos produzem grande quantidade de sementes, favorecendo a dispersão e viabilidade das suas populações (Scheinvar, 1985). *Opuntia monacantha* é reconhecido na literatura por outras sinônimas, tais como, *Opuntia urumbeba* Vell. e *Opuntia arechavaletae* Speg. (Taylor e Zappi, 2004). Adotaremos neste trabalho, a classificação de Taylor e Zappi (2004), de maneira que as informações existentes na literatura para *O. arechavaletae* serão consideradas para *O. monacantha*.

Por habitarem áreas próximas ou sobrepostas à região de ocorrência natural de *C. cactorum*, pressupõe-se que *O. monacantha* seja naturalmente predada por lagartas deste pirálideo. Supõe-se que, mecanismos de defesa e regeneração desta planta, capazes de se contrapor a este ataque, devem estar presentes. Objetiva-se neste estudo, verificar a ocorrência e, se constatada, quantificar a predação de *C. cactorum* sobre *O. monacantha*.

Material e Métodos

Área de estudo e levantamento das plantas

Os estudos foram conduzidos no município de Florianópolis, Ilha de Santa Catarina, de setembro a novembro de 2004. A ilha possui uma área de 436,5 km² e clima do tipo Cfa (Köppen, 1948), com temperatura média anual entre 20 °C e 22 °C. No mês mais quente (fevereiro) a temperatura média mensal é 24, 5 °C e no mês mais frio (julho) a média mensal é 16, 4 °C. As chuvas são bem distribuídas e variam entre 1.400mm a 1.800mm ao ano. A média da umidade relativa do ar apresenta é elevada (82%) e os ventos dominantes são do quadrante norte (CECCA, 1997).

A área de estudo situa-se nas dunas e costões rochosos entre as praias Mole e Galheta (27°35'83.1''S e 48°25'70.6''W), na costa leste da ilha. Na área de estudo, foram levantados todos os indivíduos de *O. monacantha*, em um trecho de trilhas de aproximadamente 600m de comprimento, distante em torno de 50m da faixa de areia da praia. Foram amostradas, todas as plantas de *O. monacantha* com mais de 30cm de altura,

situadas até dois metros em cada lado das trilhas.

Neste trabalho, o termo população será utilizado com o sentido de amostra populacional (Bencke e Morellato, 2002). Outros agrupamentos dessas plantas foram avistados próximos a área e possivelmente todas pertencem a uma única população.

Amostragem das plantas

Para a contagem e separação de cladódios em todas as plantas amostradas (n = 20) de *O. monacantha* foram seguidos os critérios propostos por Nerd e Mizrahi (2001) para *Opuntia ficus-indica* Mill.: “cladódios terminais” são aqueles formados no ano anterior, e “subterminais” são aqueles formados em anos antecedentes, ou seja, cladódios que precedem os terminais. Além destes, existem os cladódios jovens do ano em curso, que foram ou estão sendo formados e que ainda estão imaturos.

Em geral, os cladódios subterminais apresentam-se unidos desde o caule até os cladódios terminais e, no caso de *O. monacantha*, esses cladódios formam vários conjuntos (cadeias) de cladódios, distribuídos por toda a planta. Dessa forma, o termo “conjunto” será utilizado neste estudo para definir uma única cadeia de cladódios unidos desde o caule até a extremidade final, ou seja, até os cladódios terminais (Figura 1).

Quantificação da predação

Para a avaliação da predação considerou-se o conjunto de cladódios unidos como unidade experimental, foram tomadas três repetições, em cada uma das 20 plantas amostradas.

A seleção dos conjuntos de cladódios foi feita de maneira aleatória, sendo os mesmos etiquetados com plaquetas de metal. O acompanhamento dos cladódios foi semanal durante os meses de setembro a novembro de 2004.

Nessas plantas e nos conjuntos de cladódios, foram contados o número de cladódios terminais e subterminais e o de frutos presentes, observando-se nesse último caso, o estágio fisiológico de desenvolvimento (imaturo ou maduro).



FIGURA 1: Planta arborecente de *O. monacantha*: observar os conjuntos de cladódios. Florianópolis, SC. As setas indicam os conjuntos de cladódios.

Considerou-se predada a planta ou parte desta (cladódio, fruto e semente), que apresentasse: (a) algum tipo de dano físico simultaneamente, (b) que tivesse em seu interior lagartas de *C. cactorum* ou algum outro predador.

Para se confirmar a identificação taxonômica de *C. cactorum*, foram coletados quatro cladódios com lagartas presentes no seu interior, e levados ao laboratório de Entomologia Agrícola do CCA/UFSC. Em sala de criação, os cladódios e lagartas foram acondicionados em gaiolas teladas que possuíam em seu fundo 15cm de solo (areia) de praia. A temperatura no local foi a ambiente, já a umidade relativa do ar ficou em torno de $76 \pm 5^\circ\text{C}$ e a luz foi controlada por fotofase de 12h. As observações do comportamento e desenvolvimento das lagartas foram diárias. A alimentação se deu através de frutos e pedaços de cladódios que semanalmente eram ofertados às lagartas. Os adultos que emergiram foram mortos, montados em alfinetes entomológicos e posteriormente identificados por meio de consulta ao acervo do laboratório de Entomologia Agrícola do CCA/UFSC e a especialistas. Para a identificação das lagartas utilizaram-se

as observações e à chave sistemática proposta por Habeck e Bennett (2002).

Em campo, as plantas eram inspecionadas semanalmente ao longo de todo o dia. Aqueles cladódios e frutos onde foi verificada a suposta predação eram abertos com o auxílio de um estilete e examinados a olho nu. Era então registrada a presença e número de lagartas *C. cactorum*. Estes cladódios, sempre que possível, eram etiquetados e mantidos nas plantas para futuras observações.

Os cladódios do ano (jovens) foram desconsiderados nas contagens, pois os mesmos apresentavam-se em diversos estágios iniciais de crescimento, sendo, portanto, difícil a sua análise, dentro dos critérios estabelecidos.

Observações ecológicas

O desenvolvimento dos cladódios e frutos predados foi acompanhado semanalmente, no campo, até o mês de dezembro e simultaneamente no laboratório, onde foi averiguada a sua capacidade de recuperação e regeneração através de possíveis estruturas especializadas (aréolas),

cicatrização de tecidos danificados, emissão de brotos ou raízes e relações simbióticas. Em sala de criação, os pedaços de cladódios e de frutos foram acondicionados em vasos plásticos que possuíam em seu fundo 15 cm de solo (areia) de praia. A temperatura no local foi a ambiente, já a umidade relativa do ar ficou em torno de 76 ± 5 °C e a luz foi controlada por fotofase de 12 h.

A presença de formigas e de seu comportamento sobre as plantas e estruturas de *O. monacantha*, foi registrada em campo, através de observações diretas. Alguns espécimes foram coletados e posteriormente identificados por especialista.

A presença de pupas foi averiguada nos cladódios, frutos e sob a planta mãe (n = 12). Sua identificação se deu através de comparação morfológica externa com a de exemplares do acervo do laboratório de Entomologia Agrícola do CCA, UFSC.

Os experimentos e observações ecológicas referentes às plantas, lagartas e outros parasitas foram desenvolvidos durante visitas semanais entre setembro e novembro de 2004 na área de estudo.

Os espécimes coletados neste estudo foram depositados na coleção do laboratório de Entomologia Agrícola do CCA, UFSC.

Calculou-se a média (X) de estruturas (cladódio, fruto e semente) predadas ou não, desvio padrão (SD) e porcentagem (%) da predação nas plantas avaliadas.

Resultados

Observou-se que os cladódios e os frutos serviram de abrigo e alimentação apenas para as lagartas *Cactoblastis cactorum* (Figura 2a). Os cladódios, quando predados, apresentavam uma tonalidade amarelada e com indícios de necrose, tanto no interior quanto na face externa da estrutura (Figura 2b).

Foram amostrados nas trilhas, ao longo do mês de setembro, um total de 98 indivíduos de *O. monacantha*, com tamanho igual ou superior a 30 cm de altura. Destes, apenas 20 plantas possuíam mais de cinco unidades (conjuntos de cladódios). Os valores registrados e a intensidade da predação por estrutura está apresentada na tabela 1.

Todos os indivíduos de *O. monacantha* observados apresentaram algum indicio ou tipo de dano causado por *C. cactorum*, porém a porcentagem de cladódios (68%) e de frutos (85%) não predados foi superior as mesmas estruturas predadas (Tabela 1).

Plantas menores de 0,70cm de altura não apresentaram sinais de predação, estando ou não próximas às plantas predadas. Cactos maiores 2m de altura, aparentemente, apresentam epiderme mais espessa (rugosa) no caule e nos cladódios subterminais. Nesses cladódios, a predação por *C. cactorum* foi menor do que nos cladódios terminais (Tabela 1).



FIGURA 2: Predação de *O. monacantha* por *C. cactorum*: Presença de lagartas no interior de um cladódio (A); aspecto da planta após um severo ataque das lagartas (B).

Observou-se, que os cladódios jovens (do ano) não apresentaram indícios ou danos de predação por *C. cactorum*.

As plantas de *O. monacantha* são grandes produtoras de frutos, formando em média 8 ± 10 frutos por unidade amostral (conjunto de cladódios), porém a maior parte desses (85%) não foi predado (Tabela 1). Observou-se o desenvolvimento de frutos imaturos na presença de outros maduros, sendo que nenhum fruto imaturo apresentou sinais de predação. Os frutos predados apresentaram grande perda das sementes e parte de sua estrutura (Figura 3 a).

No interior de um cladódio terminal atacado ($n = 30$) foi registrada uma média de 11 ± 9 lagartas. Nos frutos atacados ($n = 50$) esse número foi menor, em média $4,5 \pm 3$ lagartas.

Apesar de não terem sido quantificadas, observou-se em campo, sob a planta mãe, e em laboratório, que a maioria dos cladódios e frutos predados emitiram brotos e raízes (Figura 3b). Observou-se também que, houve cicatrização das injúrias causadas pela predação nos cladódios e frutos que continuaram afixados nas plantas; somado a isso, as aréolas restantes desenvolveram novos brotos e flores. Os cladódios muito afetados e frutos não apresentaram este potencial de cicatrização.

TABELA 1 – Número registrado (N), média (X), desvio padrão (SD) e porcentagem (%) do número total de cladódios em 20 plantas de *Opuntia monacantha*, em cada uma das quais, três conjuntos de cladódios foi amostrado ($n = 60$), em Florianópolis, SC, 2004.

Estruturas	N	X	SD	%
Conjuntos de cladódios	194	9,7	3,6	-
Cladódios	310	5,2	1,6	-
Cladódios predados por <i>C. cactorum</i>	99	1,6	1,4	32
Cladódios terminais predados	80	1,3	1	81
Cladódios subterminais predados	19	0,3	0,6	19
Frutos por conjunto de cladódios	493	8	10	-
Frutos predados	74	1,2	1,4	15

Os frutos, na maioria das vezes, eram desprezados. Em campo, evento semelhante foi observado. Por diversas vezes foram avistados grupos de lagartas, formados por inúmeros indivíduos, movendo-se de um cladódio para outro. Estes grupos, em geral, se dividiam, formando grupos menores com aproximadamente 10 indivíduos, os quais instalavam-se em cladódios aparentemente não predados. Raramente foi avistado algum indivíduo solitário sobre as plantas. Embora o tamanho das lagartas não tenha sido determinado, observou-se que os grupos, especificamente, eram formados por lagartas de diferentes tamanhos, sendo sempre menores às que saíam do interior dos frutos.

No final de novembro e todo o mês de dezembro observou-se a presença de pupas de *C. cactorum* em cladódios fixados as plantas, sendo que a maioria das pupas ($n = 20$) encontravam-se na parte interna dos cladódios predados ($n = 12$). Contudo, o número de pupas foi superior ($n = 21$) em restos de cladódios caídos sob as plantas ($n = 10$). Neste caso, todas as pupas encontravam-se aderidas ao cladódio, externamente, na face voltada para o chão.

Nos quatro cladódios levados ao laboratório para a criação de adultos, foram registradas 54 lagartas, mas apenas 18 completaram seu desenvolvimento, nas gaiolas de criação. Após 63 dias do início do empupamento, os adultos de *C. cactorum* emergiram.

Foi constante a presença das formigas *Camponotus* sp. e *C. rufipes* (Formicidae) sobre todas as plantas de *O. monacantha* estudadas ($n = 20$). Todas as formigas pareciam buscar alguma substância extrafloral secretada nas aréolas e gloquídeos dos cladódios jovens, botões florais e frutos verdes, onde eram mais abundantes.

Foi registrada a presença de cochonilhas *Dactylopius* sp. (Homoptera: Dactylopiidae) sobre cladódios, e eventualmente frutos, de *O. monacantha*. A influência deste parasita sobre a biologia da planta não foi estudada, porém percebeu-se necrose nos cladódios, em especial, onde estavam as cochonilhas, o que sugere um efeito negativo sobre estas estruturas. Observou-se, também, que a maior incidência de cochonilhas está na região próxima as aréolas dos cladódios.

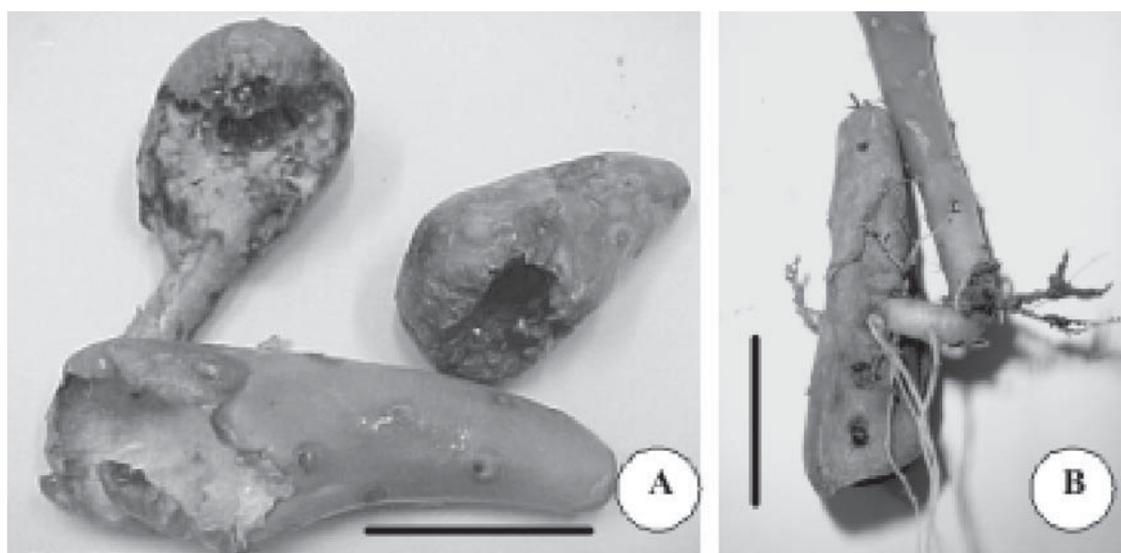


FIGURA 3: Frutos de *O. monacantha* predados por *C. cactorum*: Frutos após a saída das lagartas, observar a perda das sementes (A); Emissão de raízes e broto pelas aréolas de um fruto predado (B). Barras de escala = 5 cm.

Discussão

No presente estudo, se registra o primeiro ataque de *Cactoblastis cactorum* sobre uma espécie de *Opuntia* brasileira, na sua área natural de ocorrência. A predação simultânea dos cladódios e de frutos e a prevalência de predação sobre os cladódios terminais sugerem que, o agente de predação dessa cactácea não esteja se alimentando de estruturas anteriormente atacadas. É possível que, a planta após o ataque, estivesse de alguma forma produzindo alguma substância de defesa e repulsão de novos predadores, ou que as fêmeas ovipositem apenas em cladódios intactos.

Mello e Silva-Filho (2002) propõem que, as plantas podem responder ao ataque de herbívoros de inúmeras maneiras, sendo os metabólitos secundários o meio mais eficaz, principalmente para insetos herbívoros; por outro lado, a associação de uma grande diversidade de espécies de insetos e plantas em áreas tropicais, pode evolutivamente ter favorecido uma maior diversidade de arranjos e mecanismos contra a herbivoria (Coley e Barone, 1996). Apesar disso, aparentemente não se observou nenhum tipo de mecanismo que resultasse na repulsão ou morte das lagartas, e os abundantes espinhos e gloquídeos presentes nos cladódios e frutos parecem estar envolvidos na defesa contra herbívoros maio-

res, e não contra insetos, como *C. cactorum*. Entretanto, percebe-se comparativamente neste estudo, uma redução do número de pupas encontradas em campo, em relação aquele de lagartas presentes nos cladódios. Robertson e Hoffmann (1989) relatam que, ao entrar nos cladódios, as lagartas *C. cactorum* estimulam a exudação de uma goma, a qual causa a morte de um grande número de lagartas, principalmente em seus primeiros instares. Fato semelhante, também, foi constatado e confirmado por Lobos e Cornelli (1997) para lagartas *C. cactorum* em cladódios de *Opuntia ficus-indica*.

Embora, as formigas *Camponotus* sp. e *C. rufipes* tenham sido vistas apenas coletando néctar extrafloral nas aréolas e gloquídeos dos cladódios e frutos imaturos de *O. monacantha*, acredita-se que, esses insetos estejam envolvidos em algum tipo de simbiose mutualística com esta planta. Para Lobos e Cornelli (1997), as formigas predadoras e micro-heminópteros parasitas causam grande parte da mortalidade dos ovos e de larvas de *C. cactorum* no interior dos cladódios de *O. ficus-indica*. Oliveira et al. (1999) estudando o comportamento de formigas em nectários florais de outra cactácea (*Opuntia stricta* Haw.) percebeu uma relação simbiótica, denominada por esses autores de anti-herbivoria; as formigas ao coletarem o néctar extrafloral acabavam também, alimentando-se ou destruindo os ovos de outros animais, dentre estes os ovos

dos piralídeos. O resultado positivo desta relação, ainda segundo Oliveira et al. (1999), seria o aumento no valor adaptativo vegetativo e reprodutivo dessas plantas e uma maior oferta de recursos para as formigas.

A sobrevivência e manutenção da população de *O. monacantha* na área de estudo, poderia ser favorecida pelas aréolas. Os cladódios que caem de maneira natural da planta mãe, são o mecanismo típico de dispersão das *Opuntia* selvagens (Nava et al., 1981) e até cladódios imaturos de pequeno tamanho (menores que 15 cm) são capazes de gerar novos brotos e raízes (Mondragón-Jacobo e Pimienta-Barrios, 2001). Os frutos jovens e em desenvolvimento também apresentam tal propriedade, pois, se cortados e colocados em contato com o solo, produzem novas raízes (Pimienta-Barrios, 1994; Nerd e Mizhari, 2001). Assim, se a predação não comprometer todas as aréolas presentes nessas estruturas, o ataque poderia estar favorecendo, tanto a dispersão clonal, como a dispersão sexual da espécie, embora o ataque nos frutos possa comprometer a integridade das sementes.

Conforme relata Harper (1977), nem todo consumo influencia diretamente na regulação demográfica das plantas, já que, níveis baixos ou moderados de ataque podem ser suportados pelos vegetais, sem que isso, venha a interferir significativamente no tamanho das populações. Corroborando essa idéia, Odum (1988) relata que, a competição e a predação diminuem a taxa de crescimento das populações afetadas, mas isso não significa necessariamente que a interação seja nociva, nem à sobrevivência a longo prazo, nem por considerações evolutivas. Hoffmann et al. (1998) descreve que, a predação de *C. cactorum* sobre *Opuntia stricta* Haw. causa, inicialmente, redução na reprodução sexuada e gera a fragmentação das populações desta cactácea. Contudo, ainda segundo estes autores, em menos de cinco anos a abundância das plantas pode aumentar consideravelmente dentro dos fragmentos, em parte pela multiplicação clonal e recuperação da reprodução e dispersão sexual da espécie.

A ausência da predação nos frutos imaturos e o reduzido ataque nos frutos maduros, sugere que, essas estruturas não sejam preferenciais para a oviposição de *C. cactorum*. Além disso, as lagartas, em determinado momento, migram dos frutos para os cladódios, os quais

apresentaram uma taxa maior de predação e um número superior de lagartas em seu interior. A migração de grupos de lagartas dos frutos para os cladódios e entre estes, simultaneamente, sugere que, o recurso alimentar se esgota rapidamente ou, a formação de populações muito numerosas de lagartas no interior dos cladódios não seja favorecida. Neste caso, a formação de grupos menores em busca dos cladódios aparentemente não predados, poderia explicar, em parte, esse comportamento. Para Lobos e Cornelli (1997), as lagartas *C. cactorum* ovopositam preferencialmente nos cladódios de *O. ficus-indica*, sendo o ataque aos seus frutos raro e acidental.

Os frutos não estão uniformemente distribuídos nos cladódios, ou seja, algumas plantas ou cladódios possuem maior número de frutos do que outros. Somado a isso, existe uma sobreposição de fenofases de desenvolvimento dos frutos, ocorrendo a formação de frutos imaturos enquanto os frutos maduros ainda não foram dispersos. Entende-se, portanto que, a predação sobre os frutos é “compensada” por uma grande e continua produção dos mesmos na população de *O. monacantha*. Dessa forma, estaria ocorrendo uma oferta constante deste recurso para a população de lagartas *C. cactorum*.

Esse fato poderia estar relacionado a alguma estratégia de defesa da planta, já que os frutos guardam as sementes. Nesse caso, a hipótese proposta por Janzen (1971) para leguminosas, parece explicar, em parte, essa dinâmica de frutificação de *O. monacantha*, onde a saciação do predador ocorreria pela produção maciça de recursos, sendo essa superior à capacidade de consumo das lagartas. Por outro lado, a oferta constante poderia propiciar um aumento ou descontrole na reprodução de lagartas (Stiling, 1996). De qualquer modo, o fato de *C. cactorum* apresentar apenas dois ciclos reprodutivos ao ano e os frutos de *O. monacantha* não serem as estruturas mais predadas, quando comparadas aos cladódios, indica uma complexa interação entre o ritmo reprodutivo do piralídeo e da planta. Tal fato estaria garantindo o sucesso reprodutivo de *C. cactorum* e assegurando a permanência das populações de *O. monacantha* na área de estudo.

Apesar da razoável taxa de predação encontrada entre o número de cladódios por conjunto e cladódios predados não significa necessariamente que a predação esteja se concentrando nesse parâmetro, pois uma maior

porcentagem na taxa de predação foi constatada entre o número de cladódios por conjunto e cladódios não predados. Portanto, a disponibilidade de alimento na área de estudo não estaria interferindo na taxa de predação. Sendo assim, esse fato não pode ser explicado pelas hipóteses de vigor de Price (1991) e Yanagizawa et al. (2000), as quais associam a ocorrência e a intensidade de predação ao tamanho e grau de agrupamento das plantas e de que plantas mais vigorosas conseguiriam utilizar eficazmente os recursos do meio, sendo, porém, predadas com maior frequência.

O fato de apenas as plantas maiores de *O. monacantha* serem predadas poderia estar associado a maior concentração ou liberação de algum tipo de atrativo para as mariposas de *C. cactorum*. Pophof et al. (2005), associam a liberação de terpenóides por *Opuntia stricta* à atração de mariposas *C. cactorum*. Segundo estes autores, cinco dos oito tipos de componentes orgânicos voláteis identificados foram receptados pelas mariposas e relacionadas à sua atração.

Além das lagartas *C. cactorum*, as cochonilhas do gênero *Dactylopius* sp. também foram observadas sobre os cladódios e frutos de *O. monacantha*. Este é um pequeno grupo de insetos confinado à cactáceas dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*. Sem dúvida é uma das pragas mais daninhas à *Opuntia*, mas lhe foi atribuída uma função útil como agente de controle biológico de opuntias invasoras e como produtor de corante. As cochonilhas fêmeas, em suas últimas fases de desenvolvimento, contêm uma grande quantidade de ácido carmínico, entre 19 e 24 por cento em peso seco. O ácido carmínico é a substância química de um corante vermelho de alta qualidade que se distingue por sua estabilidade quando submetido a oxidação, luz e altas temperaturas (Flores-Flores e Takelenburg, 2001).

Os dados obtidos nesta pesquisa demonstram que, as plantas de *O. monacantha* são predadas por lagartas do piralídeo *C. cactorum*, mas que aparentemente apresentam potencial de brotação, enraizamento e de cicatrização dos tecidos injuriados. Estudos a longo prazo, sobre o ataque deste piralídeo a esta cactácea, deverão ser desenvolvidos, a fim de melhor se compreender a influência da predação sobre a dinâmica populacional de *O. monacantha* e de seus mecanismos de defesa e repulsão.

Agradecimentos

À Dra. Daniela Zappi e Dr. Nigel Taylor, Royal Botanic Gardens, Kew, pela identificação de *Opuntia monacantha*; Ao Dr. Benedito C. Lopes, CEZ/UFSC, pela identificação das formigas; À Dra. Tânia T. Castellani, pelas sugestões à discussão deste trabalho; Aos dois assessores anônimos, que ajudaram no aprimoramento deste manuscrito; À CAPES, pela concessão da bolsa de doutorado ao primeiro autor.

Referências

- Bencke, C. S. C.; Morellato, L. P. C. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, **25** (3): 269-275.
- Brutsch, M. O.; Zimmermann, H. G. 2001. Controle e utilização das *Opuntia* selvagens. In: FAO/SEBRAE (eds). **Agroecologia, cultivo e usos da palma-forrageira**. SEBRAE, João Pessoa, Brasil, p. 158-62.
- CECCA – Centro de Estudos Cultura e Cidadania. 1997. **Uma cidade numa ilha**. Editora Insular, Florianópolis, Brasil, 248pp.
- Coley, P. D.; Barone, J. A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. **Annual Review Ecology and Systematics**, **27**: 305-335.
- Flores-Flores, V.; Takelenburg, A. 2001. Produção de corante Dacti (*Dactylopius coccus* Costa. In: FAO/SEBRAE (Ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma-forrageira**. SEBRAE, João Pessoa, Brasil, p.169-186.
- Habeck, D. H.; Bennett, F. D. 2002. **Cactus Moth, *Cactoblastis cactorum* (Berg)**. Disponível em < <http://edis.ifas.ufl.edu/IN213>>. Acesso em 18 de fevereiro de 2005.
- Harper, J. L. 1977. **Population biology of plants**. London Academic, Oxford, England, 812 pp.
- Hills, F. S. 2001. Anatomia e morfologia. In: FAO/SEBRAE (eds). **Agroecologia, cultivo e usos da palma-forrageira**. SEBRAE, João Pessoa, Brasil, p. 28-35.
- Hoffmann, J. H.; Moran, V. C.; Zeller, D. A. 1998. Evaluation of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Phycitidae) as a Biological Control Agent of *Opuntia stricta* (Cactaceae) in the Kruger National Park, South Africa. **Biological Control**, **12**: 20-24.
- Janzen, D. H. 1969. Seed eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. **Evolution**, **23**: 1-27.
- Janzen, D. H. 1971. Escape of *Cassia grandis* L. beans from predators in time and space. **Ecology**, **52**: 964-979.
- Köppen, W. 1948. **Climatologia**. Ed. Fundo de Cultura Econômica, México-Buenos Aires, México e Argentina, 478 pp.
- Krebs, C. J. 1972. **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance**. Harper & Row Publishers, New York, USA, 694 pp.
- Lobos, E.; Cornelli, J. O. 1997. Observations on *Cactoblastis cactorum* (Berg) as a pest of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) in

- Argentina with suggestions on possible control methods. **Journal Professional Association for Cactus Development**, **2**: 97-102.
- Mello, M. O.; Silva-Filho, M. C. 2002. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal Plant Physiology**, **14** (2): 71-81.
- Mondragón Jacobo, C.; Pimienta-Barrios, E. 2001. Propagação. In: FAO/SEBRAE (eds). **Agroecologia, cultivo e usos da palma-forrageira**. SEBRAE, João Pessoa, Brasil, p.65-71.
- Nava, C. R.; López, J. J.; Gasto, G. E. J. 1981. Dinámica poblacional del ecosistema natural de *Opuntia streptacantha* Lemaire. **Boletín da Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, **7** (5): 219-271.
- Nerd, A.; Mizrahi, 2001. **Biología reproductiva**. In: FAO/SEBRAE (eds). **Agroecologia, cultivo e usos da palma-forrageira**. SEBRAE, João Pessoa, Brasil, p. 49-57.
- Pimienta-Barrios E. 1994. Prickly pear (*Opuntia* spp.), a valuable crop for the semi arid lands of Mexico. **Journal Arid Environment**, **28**: 1-11.
- Odum, E. P. 1988. **Ecologia**. Editora Guanabara Koogan S. A, Rio de Janeiro, Brasil, 434 pp.
- Oliveira, P. S.; Rico Gray, V.; Díaz Castelazo, C.; Castillo Guevara, C. 1999. Interaction between ants, extrafloral nectarios and insect herbivores in Neotropical coastal sand dunes: herbivore deterrence by visiting ants increases fruit ser in *Opuntia stricta* (Cactaceae). **Functional Ecology**, **13**: 623-631.
- Pophof, B.; Stange, G.; Abrell, L. 2005. Volatile organic compounds as signals in a plant–herbivore system: electrophysiological responses in olfactory sensilla of the moth *Cactoblastis cactorum*. **Chemical Senses**, **30**: 51-68.
- Price, P. W. 1991. The plant vigor hypothesis and herbivore attack. **Oikos**, **62** (2): 244-251.
- Robertson, H. G.; Hoffmann, J. H. 1989. Mortality and life-tables of *Cactoblastis cactorum* (Berg) (Lepidoptera: Pyralidae) Compared on two host-plant species. **Bulletin of Entomological Research**, **79**: 7-17.
- Scheinvar, L. 1985. **Cactáceas**. Flora Ilustrada Catarinense, Itajaí, Brasil, 384 pp.
- Stiling, P. D. 1996. **Ecology: theories and applications**. Prentice Hall INC., Upper Saddle River, New Jersey, USA, 539 pp.
- Taylor, N.; Zappi, D. 2004. **Cacti of Eastern Brazil**. Royal Botanic Gardens, Kew, England, p. 190-192.
- Yanagizawa, Y. A. N. P.; Fidalgo, A. O.; Maimoni – Rodella, R. C. S. 2000. Predação em capítulos de picão-preto e sua relação com o tamanho e o grau de agrupamento das plantas. **Planta Daninha**, **18**: 135-142.
- Zimmermann, H. G.; Sandi, Y.; Cuen, M. P.; Goluvob, J.; Soberón, J.; Sarukhán, J. K. 2000. *Cactoblastis cactorum*, una nueva plaga de muy alto riesgo para las *Opuntia* de México. **Biodiversitas**, **6** (33): 15-30.