



INFLUÊNCIA DA INTENSIDADE DE COMPETIÇÃO SOBRE A FORMA E O TAMANHO DE TERRITÓRIOS: LÍQUENS COMO MODELO DE ESTUDO

Marcia Pannuti, Maurício Romero Gorenstein,
Tatiana Figueira de Mello, Victor Vettorazzo

INTRODUÇÃO

Qualquer área defendida por um ou mais indivíduos contra a invasão por outros da mesma espécie ou de espécies diferentes pode ser chamada de território (Ricklefs 2004). A defesa dessa área é chamada de territorialidade, que é reconhecida pela interferência ativa entre indivíduos (Begon *et al.* 2007). A territorialidade é vantajosa somente quando os custos da defesa de uma área são menores que os benefícios resultantes do monopólio dos recursos contidos nessa área. A defesa de recursos como alimento, parceiros de acasalamento e espaço é um tipo de competição que aparece sob a denominação geral de interferência e ocorre sempre que competidores interagem entre si, cada um reduzindo diretamente a eficiência de procura ou o consumo de recursos de outros indivíduos (Krebs & Davies 1996).

Os benefícios da defesa de um território devem aumentar com o aumento de sua área, enquanto os custos devem aumentar com o aumento de seu perímetro, que define as fronteiras a serem ativamente defendidas (Krebs & Davies 1996). Assim, em um ambiente homogêneo, o formato ideal de um território deve ser uma circunferência, já que a relação custo/benefício para a defesa de áreas com essa forma geométrica é a mais vantajosa possível. Adicionalmente, dado que a habilidade de competir por recursos varia bastante entre os indivíduos de uma população (Krebs & Davies 1996), territórios ocupados por competidores mais eficientes provavelmente apresentarão uma área bastante próxima desse formato ideal de circunferência. Se o formato circular de um território se alterar pela interferência direta de competidores nas vizinhanças, os territórios se tornarão mais irregulares quando forem defendidos por indivíduos menos eficientes na defesa de territórios.

Determinar a forma e tamanho de um território no campo é operacionalmente difícil e, em muitos casos, evidências diretas sobre a defesa de recursos não são facilmente encontradas. Desse modo, a área e forma de um território muitas vezes é determinada através de evidências indiretas. Vestígios, como

fezes de grandes carnívoros e as alterações químicas de vegetais alelopáticos sobre a área abaixo de suas copas, podem ser usados para inferir o tamanho e o formato do território ocupado por indivíduos de uma dada espécie.

Dada a dificuldade de encontrar organismos modelo com territórios de forma próxima à circunferência em ambientes homogêneos, neste estudo propomos a utilização de líquens para o estudo de territorialidade. Líquens são associações entre fungos e organismos fotossintetizantes (algas ou cianobactérias) e sua forma de crescimento é bastante variada (Begon *et al.* 1997; Lüttge 1997). Os líquens necessitam de substratos adequados para crescer e de luz solar para a produção de alimento. O território do líquen corresponde precisamente à área ocupada pela sua área e a defesa desse território é mediada pela produção de ácidos liquênicos. Além disso, em ambientes livres de competidores, líquens crescem de forma homogênea, em um padrão muito próximo ao circular. Entretanto, esse padrão pode se tornar bastante irregular à medida que os competidores aumentam nas vizinhanças e suas periferias se tocam.

Neste trabalho tivemos como objetivos testar se há relação entre a área de contato entre competidores e a deformação do perímetro do território e testar se há relação entre a área do território e o perímetro deformado. Esperamos que com um aumento na linha de contato com competidores o território assumirá uma forma mais irregular e que um aumento da área de território provoque uma diminuição no perímetro deformado.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e espécie modelo

Realizamos o estudo no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (25°03'S, 48°05'W), município de Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo. Com aproximadamente 151 km² de área, a ilha apresenta uma

pequena porção da maioria das formações vegetais que ocorrem na costa brasileira (Sampaio *et al.* 2005). Para a amostragem de líquens escolhemos um tanque de abastecimento de água feito de fibra de vidro, localizado na estrada de captação, próxima à Estação de Pesquisa do núcleo Perequê, em virtude de apresentar condições de luz e substrato homogêneas. Nesse local observamos uma grande densidade e diversidade de líquens de diferentes cores e texturas. A espécie que escolhemos como modelo apresentava coloração verde escura e textura aveludada.

Coleta de dados

Amostramos 50 líquens, numeramos com caneta de retroprojetor cada um deles e fotografamos com câmeras digitais, registrando a escala com uma régua. Através do programa Image Tool 3.0, calculamos para cada líquen a área total, o perímetro total, o perímetro em contato com vizinhos (considerado o perímetro notadamente visível pela presença de ácidos liquênicos de coloração preta), o perímetro de avanço sobre vizinhos (considerado como a porcentagem do perímetro convexo ou reto) e o perímetro deformado por competidores (considerado como a porcentagem do perímetro côncavo).

Análise de dados

Registramos um índice de irregularidade visando obter uma medida de afastamento da forma da circunferência através da fórmula:

$$\text{Índice de Irregularidade} = \text{Perímetro total do líquen} / 2 \pi \times \sqrt{(\text{Área do líquen} / \pi)}$$

Dessa forma, valores mais próximos de 1 representam formas mais próximas da circunferência, enquanto que valores maiores que 1 representam formas mais irregulares. Ajustamos o modelo linear simples entre a variável independente arco seno da porcentagem do perímetro em contato com competidores e a variável dependente índice de irregularidade. Ajustamos outro modelo entre o logaritmo neperiano da área total do líquen e o arco seno da porcentagem do perímetro deformado por competidores.

RESULTADOS

Os territórios dos líquens apresentaram uma grande variação de área (21,4 – 3.631,9 mm²), de perímetro total (20,3 – 340,1 mm) e de perímetro em contato com competidores (9,42 – 288,78 mm). A porcentagem de perímetro deformado variou de 3,75% a 90,07%, enquanto o índice de irregularidade apresentou valores de 1,11 a 2,83. O perímetro em contato com competidores (média ± DP= 72,9 ± 53,8 mm) foi positivamente relacionado com o perímetro total (média ± DP= 105,5 ± 72,8 mm; R²=0,63, p<0,001; Fig. 1).

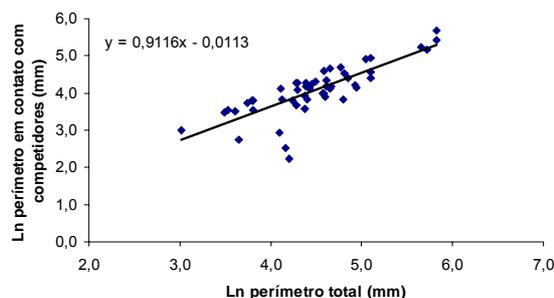


Figura 1. Relação entre perímetro em contato com competidores e perímetro total de líquens crescendo sobre substrato homogêneo na Ilha do Cardoso.

Não houve relação entre a porcentagem do perímetro em contato com competidores e o índice de irregularidade (média ± DP= 1,38 ± 0,26; R²=0,001; Fig. 2). Também não houve relação entre a área (média ± DP= 557,7 ± 708,7 mm²) e a porcentagem de perímetro deformado do território (média ± DP= 33,9 ± 15,1%; R²= 0,006; Fig. 3).

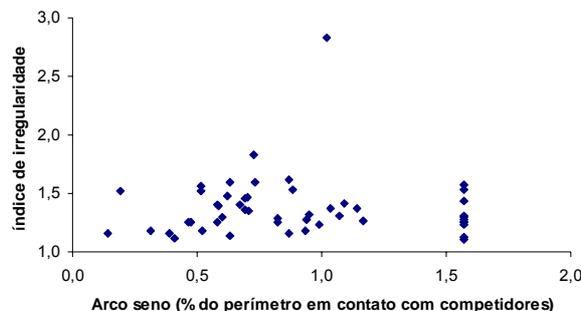


Figura 2. Relação entre presença de competidores e deformação do perímetro de líquens crescendo sobre substrato homogêneo na Ilha do Cardoso.

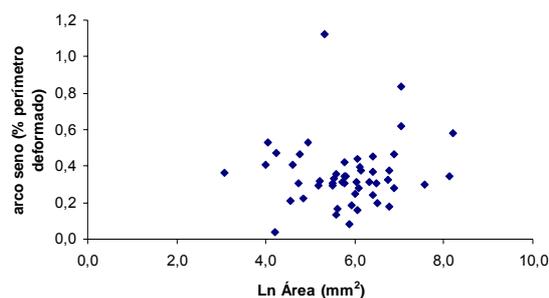


Figura 3. Relação entre a área e o perímetro deformado de líquens crescendo sobre substrato homogêneo na Ilha do Cardoso.

DISCUSSÃO

A correlação positiva encontrada entre perímetro total e perímetro em contato com competidores é uma evidência de que em territórios com maiores perímetros há mais disputas territoriais. Entretanto, essas disputas territoriais não aumentaram a irregularidade do perímetro dos líquens. É possível

que não tenha sido encontrado um padrão pelo fato dos valores do índice de irregularidade terem variado pouco. Outra possível explicação é que, no ambiente amostrado, os líquens ocorreram em alta densidade, o que pode ter inviabilizado o desenvolvimento de territórios muito irregulares pela intensa pressão de competição por espaço entre os indivíduos, levando a uma configuração de vários territórios em estreito contato, com formatos semelhantes e próximos ao circular. Uma condição mais adequada para se testar a nossa hipótese seria amostrar locais com densidade mais baixa de competidores.

No caso do perímetro deformado não ter sido determinado pela área do território, é possível que o tamanho não seja um bom preditor da habilidade competitiva do líquen, especialmente em uma comunidade rica, com organismos com diversas estratégias de defesa de território. Uma melhor representação da intensidade de competição, ao invés da porcentagem do perímetro em contato com competidores, poderia ter sido a riqueza de competidores nas vizinhanças. Dessa forma, a variedade de organismos com estratégias competitivas diferentes poderia ser levada em consideração. Aspectos da produção de ácidos liquênicos, como qualidade ou quantidade de ácido produzido, podem ser melhores preditores da habilidade competitiva de um líquen.

A utilização de líquens como modelo para estudar territorialidade facilita a delimitação do território de um indivíduo e permite uma verificação direta das interações que influenciam o tamanho e o formato dos territórios. Sugerimos que estudos futuros incorporem outros aspectos que influenciem ou limitam o tamanho e a regularidade da forma dos líquens, como por exemplo, as assimetrias de habilidade competitiva entre as espécies e possíveis limitações resultantes dos padrões de crescimento de cada espécie.

BIBLIOGRAFIA

- Begon, M.; Townsend, C.R. & Harper, J.L. 2007. Ecologia: de indivíduos à ecossistemas. Artmed, Porto Alegre.
- Krebs, J.R. & Davies, N.B. 1966. Introdução à ecologia comportamental. Atheneu, São Paulo.
- Lüttge, U. 1997. Physiological ecology of tropical plants. Springer-Verlag, Berlim.
- Ricklefs, R.E. 2003. A economia da natureza. Koogan, São Paulo.
- Sampaio, D. & Souza, V.C. 2005. A Ilha do Cardoso, pp. 31-33. In: Árvores de restinga – guia de identificação (Sampaio, D.; Souza, V.C.; Oliveira, A.A.;

Paula-Souza, J. & Rodrigues, R.R., eds.). Neotrópica, São Paulo.

Orientação: Glauco Machado

Co-orientação: Bruno A. Buzatto