



# Facilitação de uma plântula por moitas de capim em dunas costeiras

Cristiano Delabio, Maya Maia, Sara Mortara & Tatiana Machado

**RESUMO:** As dunas são um ambiente restritivo para espécies de plantas lenhosas, porém a presença de uma planta facilitadora pode proporcionar condições ambientais mais favoráveis para plântulas. Neste trabalho investigamos os efeitos benéficos de uma ciperácea e de formigueiros para plântulas de *Annona glabra*, inferidos por meio da associação espacial positiva. Definimos 20 pares de parcelas com e sem *Cyperus* sp. nas quais registramos presenças ou ausências das plântulas. Amostramos também sete parcelas com *Cyperus* sp. sobre formigueiros. As plântulas de *A. glabra* foram mais frequentes em parcelas com moitas de *Cyperus* sp., mas não em parcelas com formigueiros. Apesar de encontrarmos alta frequência de plântulas na área, não observamos plantas adultas na vegetação de dunas, por isso, sugerimos que a facilitação favorece a sobrevivência da plântula de *A. glabra*, mas não confere benefícios para o indivíduo adulto.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Annona glabra*, associação espacial, *Cyperus* sp., interações positivas, restrição

## INTRODUÇÃO

As interações entre plantas afetam o crescimento, sobrevivência e reprodução dos indivíduos envolvidos na interação. Se o efeito da interação é positivo, chamamos de facilitação e, se é negativo, chamamos de competição. A facilitação consiste no aumento do desempenho de uma planta pelo seu vizinho, seja pelo aumento da proteção contra herbívoros, predadores de semente ou melhoria das condições abióticas para a planta facilitada (Callaway, 2007). Como interações positivas e negativas podem acontecer ao mesmo tempo, o que observamos em uma planta é o saldo dessas interações (Brooker *et al.*, 2008). É esperado que a facilitação resulte em agregação de plantas facilitadas e suas facilitadoras (Callaway, 1995). Isso ocorreria pela maior sobrevivência ou germinação dos indivíduos da espécie facilitada quando próximas de sua facilitadora. A competição teria o efeito oposto, causando segregação espacial (Callaway, 1995).

A facilitação pode ocorrer por diversos mecanismos, tais como retenção de água, sombreamento, aumento da disponibilidade de nutrientes, proteção contra o vento e aeração do solo (Callaway, 2007). Em geral, a facilitação ocorre quando a planta facilitada encontra-se em condições restritivas e a planta facilitadora encontra-se sob condições não restritivas (Callaway, 2007). Um ambiente restritivo, por exemplo, é o ambiente de vegetação de dunas, caracterizado por condições limitantes de água e nutrientes devido aos solos arenosos, de maneira que é extremo para muitas plantas (Souza & Capellari Jr., 2004). De fato, em vegetação de dunas há a predominância de ervas, enquanto plântulas arbóreas e arbustivas ocorrem em baixa abundância, dado que as ervas são mais tolerantes às condições extremas (e.g. altas temperaturas, pouca água

e nutrientes) em relação às árvores (Souza & Capellari Jr., 2004). As plântulas, por apresentarem tolerância mais restrita às condições vegetação de dunas, podem precisar da facilitação de uma planta vizinha para aumentar sua sobrevivência no local. Assim, é plausível esperar que a facilitação seja um processo importante para o estabelecimento de plântulas em ambientes de vegetação de dunas, especialmente relacionada a mecanismos de aumento da disponibilidade de água e nutrientes.

Como o solo dos ambientes de dunas é arenoso, o incremento de nutrientes pode conferir um aumento na sobrevivência dos indivíduos em muitas espécies vegetais. Nessas condições, os formigueiros podem tornar o ambiente mais favorável para o crescimento da planta, pois adicionam nutrientes a partir dos resíduos do formigueiro e promovem aeração do solo (Hölldobler & Wilson, 1990). A aeração do solo promovida pelo formigueiro resulta em temperaturas e umidade mais moderadas, tornando o ambiente menos restritivo para as plantas (Hölldobler & Wilson, 1990). Adicionalmente, as formigas podem utilizar a planta como abrigo e, por isso, defendê-la contra herbívoros, conferindo proteção à planta (Beattie & Hughes, 2002).

Neste trabalho, avaliamos, por meio da associação espacial, os efeitos benéficos de uma ciperácea e de formigueiros para plântulas de *Annona glabra*. Testamos duas hipóteses: (i) moitas de uma ciperácea facilitam a ocorrência de plântulas de uma espécie de árvore na vegetação de dunas; (ii) existe melhor condição de nutrientes sob moitas de ciperáceas com formigueiro, facilitando a ocorrência de plântulas. Esperamos que ocorra associação espacial positiva da plântula entre moitas

de ciperáceas e formigueiros, de maneira que a probabilidade de ocorrência da plântula em moitas da ciperácea com formigueiros seja maior do que em áreas sem os potenciais facilitadores.

## MATERIAL & MÉTODOS

### Área de estudo

Nosso sistema de estudo foi a população de moitas de *Cyperus* sp. e a de plântulas de *A. glabra* situadas em uma área de aproximadamente 600 m<sup>2</sup> na região de dunas na praia do Guarauzinho (24°17'-35'S; 47°00'-30'O), na Estação Ecológica da Juréia-Itatins, município de Peruíbe, São Paulo. As moitas de *Cyperus* sp. são abundantes no local e, durante o período de estudo, encontravam-se na fase reprodutiva. A planta *A. glabra* estava presente apenas na forma de plântulas e não observamos nenhum indivíduo adulto. Identificamos algumas moitas de *Cyperus* sp. sobre formigueiros, que foram utilizadas para testar a hipótese de que a presença dos formigueiros aumentaria a ocorrência de plântulas de *A. glabra*. Assumimos que o efeito da facilitação seria apenas por moitas de *Cyperus* sp. grandes, de maneira que amostramos apenas moitas iguais ou maiores do que 20 cm de diâmetro.

### Coleta de dados

Para testar a hipótese de que a presença de moitas de *Cyperus* sp. aumentaria a ocorrência de plântulas de *A. glabra*, estabelecemos uma linha de amostragem de 60 m paralela à linha da praia e, a cada intervalo de 3 m, localizamos a moita de *Cyperus* sp. com ao menos 20 cm de diâmetro mais próxima da linha de amostragem, em um raio de 2,5 m. Amostramos a moita com o uso de parcelas de 35 x 35 cm<sup>2</sup>. Posicionamos a parcela de forma que a moita de *Cyperus* sp. estivesse situada no centro da parcela.

Para cada parcela com a moita de *Cyperus* sp., estabelecemos uma parcela de mesmo tamanho sem influência facilitadora, formando parcelas pareadas. Definimos como critério das parcelas pareadas que moitas de *Cyperus* sp. com diâmetro igual ou menor a 10 cm não exerceriam influência no crescimento de plântulas. Alocamos a parcela sem a facilitadora sorteando um dos oito quadrantes em torno da parcela com facilitadora. Os quadrantes sorteados eram equidistantes em 40 cm da parcela com a facilitadora para evitar que houvesse influência da moita grande de *Cyperus* sp. na amostra pareada. Assim, estabelecemos 20 pares de parcelas com e sem a facilitadora e registramos quantas parcelas dos pares amostrados continham e quantas não continham plântulas de *A. glabra*. Para a análise, quantificamos o registro das parcelas que continham e não continham plântulas como valores binários de 1 e 0, respectivamente.

Para testar a hipótese de que a presença dos formigueiros

aumentaria a ocorrência de plântulas de *A. glabra* nas moitas de *Cyperus* sp., realizamos uma busca ativa durante 30 min em toda a população de *Cyperus* sp. da área de estudo para localizar o máximo de moitas com formigueiros. Amostramos todos os sete indivíduos encontrados de *Cyperus* sp. com formigueiros com o uso de parcelas de 35 x 35 cm<sup>2</sup>. Posicionamos a parcela de forma que a moita de *Cyperus* sp. e o formigueiro estivessem situados no centro da parcela. Assim, estabelecemos sete parcelas com formigueiro e registramos quantas parcelas amostradas continham e quantas não continham plântulas de *A. glabra*. Para a análise desses dados, também quantificamos o registro das parcelas que continham e não continham plântulas como valores binários de 1 e 0, respectivamente.

### Análise dos dados

Para testar a hipótese de que a probabilidade de ocorrência de plântulas de *A. glabra* seria maior em parcelas com moitas de *Cyperus* sp. em relação à parcela adjacente, calculamos a soma dos valores binários atribuídos à presença (1) e ausência (0) de plântulas de *A. glabra* dentro de cada categoria de parcela: com e sem *Cyperus* sp. Utilizamos como estatística de interesse a diferença entre a soma das categorias. Com o objetivo de simular o cenário nulo em que as plântulas ocorreriam com a mesma probabilidade entre as áreas com ou sem a influência de *Cyperus* sp. permutamos os valores de presença e ausência da plântula 10.000 vezes entre os pares de parcelas. Neste caso, geramos o cenário nulo de ausência de associação espacial entre *Cyperus* sp. e *A. glabra*.

Para o teste da hipótese de que a probabilidade de ocorrência de plântulas de *A. glabra* seria maior em parcelas com formigueiros sob as moitas de *Cyperus* sp., calculamos a soma dos valores binários atribuídos à presença (1) e ausência (0) de plântulas de *A. glabra* dentro da categoria com formigueiro e dentro da sem formigueiro. Novamente, utilizamos como estatística de interesse a diferença entre a soma das categorias. Para simular o cenário nulo no qual as plântulas teriam a mesma probabilidade de ocorrer sob moitas de *Cyperus* sp. associadas ou não com formigueiros, permutamos os valores de presença e ausência de plântulas 10.000 vezes entre as sete parcelas com formigueiro e as 20 parcelas com *Cyperus* sp.. Fizemos todas as permutações com o uso do pacote Resampling Stats v. 4.0 no programa Microsoft Excell<sup>®</sup>.

## RESULTADOS

Nenhuma das parcelas sem as moitas de *Cyperus* sp. tinha a plântula de *A. glabra*. Por outro lado, 35% das parcelas com moitas de *Cyperus* sp. tinham plântulas (sete das 20 parcelas). No cenário nulo, encontramos apenas 0,73% dos valores da estatística de interesse iguais ou maiores do que

o observado, indicando que a associação espacial entre *A. glabra* e *Cyperus* sp. encontrada não é devido ao acaso.

Não encontramos relação entre o número de plântulas e a presença de formigueiros na parcela. Encontramos as plântulas de *A. glabra* em quatro das sete parcelas com formigueiro (57% das parcelas) e em sete das 20 parcelas sem formigueiro (35% das parcelas). O resultado observado ocorreu sob o cenário nulo em 28% das permutações. Portanto, não houve evidência de associação das plântulas com a facilitadora com e sem formigueiros.

## DISCUSSÃO

Demonstramos associação espacial positiva entre moitas de *Cyperus* sp. e plântulas de *A. glabra* na vegetação de dunas, o que sugere facilitação. Sugerimos que para as sementes de *A. glabra*, também possa ocorrer alguma associação espacial positiva com moitas de *Cyperus* sp. como resultado da facilitação, por meio do aumento da estabilidade do substrato e proteção contra predação. Entretanto, o fato de não encontrarmos indivíduos adultos de *A. glabra* no local sugere que a facilitação proporcionada por *Cyperus* sp. não seja suficiente para manter o adulto na vegetação de dunas.

Dado que encontramos associação espacial entre *Cyperus* sp. e *A. glabra* e atribuímos o padrão à facilitação, sugerimos que um dos mecanismos relacionados à facilitação da plântula pode ser a proteção contra impactos físicos. O aumento da estabilidade do substrato proporcionado pela moita de *Cyperus* sp. pode promover resistência à plântula contra impactos de vento e maré. A estabilidade estrutural promovida pela parte vegetativa da moita pode também estar associada ao aumento da retenção de água e nutrientes (Callaway, 2007).

Nosso resultado em relação à associação espacial de *A. glabra* e *Cyperus* sp. com e sem formigueiros indica que a plântula não é favorecida pela presença dos formigueiros. Portanto, no caso da interação entre *Cyperus* sp. e *A. glabra* os mecanismos de associação espacial não parecem estar relacionados ao aumento de disponibilidade de nutrientes causada pelo formigueiro. Ressaltamos, portanto, que o incremento de nutrientes não foi evidente para o caso dos *Cyperus* sp. sobre formigueiros, mas outros mecanismos de facilitação podem estar relacionados ao incremento nutricional, como, por exemplo, a retenção da matéria orgânica proporcionada pela moita de *Cyperus* sp..

Dado que encontramos mais plântulas de *A. glabra* associadas a moitas de *Cyperus* sp. do que isoladas, podemos inferir que, no estágio anterior à plântula, é possível que a moita de *Cyperus* sp. também atue como facilitadora. Assim, se as sementes de *A. glabra* chegam na vegetação de dunas, moitas de *Cyperus* sp. no local podem reter a semente e conferir condições favoráveis para o seu estabelecimento e posterior germinação.

As condições favoráveis para fixação da semente na moita podem ser decorrentes da moita de *Cyperus* sp. atuar como barreira conferindo proteção física contra a maré, proteção contra predadores ao ocultar a semente e propiciar um microclima favorável para sua germinação. Entretanto, já foi demonstrado que, na vegetação de restinga, pode ocorrer interação negativa entre a semente e seu vizinho, e, na fase de plântula, a interação ser positiva (Castanho, 2012). Assim, é necessário avaliar como o saldo das interações varia de acordo com o estágio ontogenético da planta. Uma maneira de testar se a semente de *A. glabra* associada à moita de *Cyperus* sp. tem maior chance de sobrevivência seria acompanhar a sobrevivência de sementes com e sem a proteção física da moita.

Nosso estudo sugere que a facilitação por *Cyperus* sp. favorece a germinação da plântula de *A. glabra* mas não garante o estabelecimento da planta até adulta dado que indivíduos de *A. glabra* adultos não ocorrem na vegetação de dunas. Estudos futuros poderiam investigar quais mecanismos impedem o estabelecimento da plântula no local. Uma possibilidade simples seria marcar plântulas e acompanhar seu crescimento na área estudada. Adicionalmente, poderia ser realizado um acompanhamento do desempenho da planta, registrando possíveis danos por herbivoria, dessecação e perda de estabilidade no substrato, os quais poderiam explicar a ausência dos indivíduos adultos no local.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Leda, ao Danilo, à Camila e ao grupo de floradores.

## REFERÊNCIAS

- Beattie, A.J. & L. Hughes. 2002. Ant-plant interactions, pp. 211-235. Em: *Plant-animal interactions: an evolutionary approach* (C.M. Herrera & O. Pellmyr, eds.). Blackwell Publishing, Oxford.
- Brooker, R.W.; F.T. Maestre; R.M. Callaway; C.L. Lortie; L.A. Cavieres; G. Kunstler; P. Liancourt; K. Tielbörger; J.M.J. Travis; F. Anthelme; C. Armas; L. Coll; E. Corcket; S. Delzon; E. Forey; Z. Kikvidze; J. Olofsson; F. Pugnaire; C.L. Quiroz; P. Saccone; K. Schiffers; M. Seifan; B. Touzard & R. Michalet. 2008. Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. *Journal of Ecology*, 96:18-34.
- Castanho, C.T. 2012. Facilitação entre plantas e suas implicações para a dinâmica e restauração de restingas. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Callaway, R.M. 1995. Positive interactions among plants. *Botanical Review*, 61:306-349.
- Callaway, R.M. 2007. *Positive interactions and interdependence in plant communities*. Springer, Dordrecht.
- Crawley, M. J. 1989. *Plant ecology*. Blackwell Science Publications, Oxford.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. *The ants*. Harvard University Press, Cambridge.
- Reinhart, K.O.; F.T. Maestre. & R.M. Callaway. 2006. Facilitation and inhibition of seedlings of an invasive tree (*Acer platanoides*) by different tree species in a mountain ecosystem. *Biological Invasions*, 8:231-240.
- Souza, V.C. & Capellari Jr., 2004. A vegetação das dunas e restingas da Estação Ecológica Juréia-Itatins, pp. 103-114. Em: *Estação Ecológica Juréia-Itatins ambiente físico, flora e fauna* (O.A.V. Marques & V. Duleva, eds.). Editora Holos, Ribeirão Preto.
- Souza, V.C. & H. Lorenzi, 2008. *Botânica sistemática. Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira baseado em APG II*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, Nova Odessa.

**Orientação:** Leda Lorenzo & Danilo Muniz