

## SELEÇÃO SEXUAL E ABORTO DE SEMENTES NO FEIJÃO-DA-PRAIA *SOPHORA TOMENTOSA* (FABACEAE)

Ricardo S. Bovendorp, Samuel Boff, Aline Fujikawa & Paula Yuri Nishimura

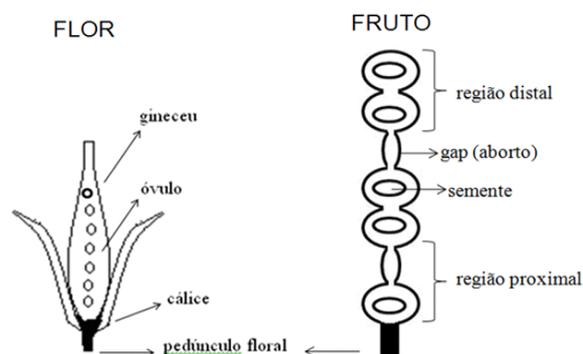
### INTRODUÇÃO

Seleção sexual é um processo pelo qual indivíduos mais bem sucedidos em selecionar, atrair e competir por parceiros, alcançam maior sucesso reprodutivo (Summers 1992). Em plantas, a seleção sexual pode ocorrer no momento da polinização, fertilização dos óvulos e durante o desenvolvimento dos embriões (Wilson 1994). No momento que precede a fertilização, ocorre competição entre grãos de pólen, já que as características genéticas e o conteúdo energético dos grãos de pólen são determinantes para o crescimento dos tubos polínicos e fertilização do óvulo (Cruden 1977). Alguns grãos de pólen devem possuir maiores reservas energéticas, maior velocidade de crescimento e, portanto, acesso mais rápido aos óvulos disponíveis no órgão feminino (Spira *et al.* 1996). A parte feminina da flor ainda pode selecionar cripticamente os grãos de pólen, favorecendo aqueles de maior variabilidade gênica. Passada a fertilização, o gineceu pode direcionar os nutrientes para embriões cujo material genético vindo do grão de pólen for mais variado em relação à planta mãe (Bookman 1984). Por fim, ocorre a maturação seletiva ou o aborto de embriões, que pode ser resultado de diferenças na qualidade genética dos doadores de grãos de pólen e do investimento nutricional materno (Melser & Klinkhamer 2001).

Durante o desenvolvimento dos embriões, deve ocorrer competição entre as sementes de um mesmo fruto por recursos maternos devido à maior proximidade à fonte de nutrientes (Bawa & Buckley 1989). Assim, a semente localizada mais próxima do pedúnculo do fruto (fonte de recurso nutricional) será favorecida nutricionalmente em comparação às outras sementes do fruto. Essa competição deve ser mais intensa em frutos alongados, como as vagens das leguminosas, na qual a disposição linear das sementes pode diminuir o fluxo de recursos nutricionais de uma semente para outra (Bawa & Buckley 1989).

O feijão-da-praia, *Sophora tomentosa* (Fabaceae), apresenta flores hermafroditas com óvulos equidistantes distribuídos longitudinalmente ao longo do estilete (Figura 1).

Após fertilizados, os óvulos diferenciam-se levando a um intumescimento local no estilete, dando origem a um fruto em forma de vagem. Assim, quando não há o desenvolvimento das sementes ou aborto de embrião, a planta não apresenta este intumescimento local, apresentando um espaçamento entre as sementes (Figura 1). Considerando que (1) grãos de pólen provenientes de outros indivíduos de *S. tomentosa* são geneticamente diferentes (2) e que os grãos de pólen que apresentam variabilidade gênica maior formam tubos polínicos mais longos, fecundando os óvulos posicionados na base do estilete, testamos a hipótese que os abortos seletivos ocorrem preferencialmente na região distal do fruto de *S. tomentosa*.



**Figura 1.** Esquema da flor e do fruto de feijão-da-praia *Sophora tomentosa* (Fabaceae) (adaptado de Paise 2007).

### MÉTODOS

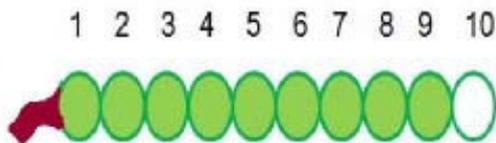
Realizamos nosso estudo em uma área de restinga na praia do Guarauzinho, localizada na Estação Ecológica Juréia-Itatins (47°00'O-24°30'S), litoral sul do estado de São Paulo. Ao longo da restinga, localizamos 12 indivíduos de *S. tomentosa* para a coleta das vagens. Estabelecemos o critério de seleção e coleta das vagens a partir da presença de pelo menos oito posições na vagem, sejam elas ocupadas por sementes ou abortos, descartando as vagens menores devido à dificuldade de diferenciar dois ou mais abortos ocorrentes na vagem. De cada

indivíduo coletamos de 10 a 30 vagens, totalizando 194 vagens.

Como o número de sementes varia em cada vagem, dissecamos oito flores, encontrando de 11 a 14 óvulos por flor. Portanto, consideramos o número máximo de óvulos encontrados em uma flor, como o máximo de sementes que uma vagem pode ter. Como os óvulos são distribuídos longitudinalmente ao longo do estilete (Figura 1), estabelecemos a contagem das posições ocupadas por sementes ou abortos partindo da parte proximal ao pedúnculo da vagem para a distal da vagem (Figura 2). Contamos o número de abortos e sementes das vagens coletadas e calculamos um índice de posição padronizada de abortos para cada vagem (IPA) de acordo com a fórmula:

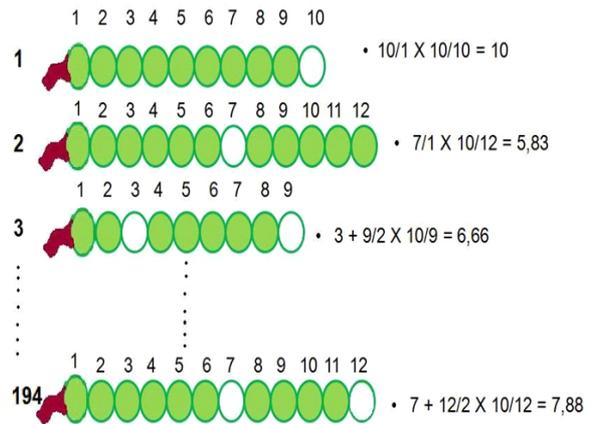
$$IPA = \frac{\sum pa}{Na} \cdot \frac{10}{Nt}$$

onde “pa é a soma das posições ocupadas pelos abortos, Na é o número de abortos presentes em cada vagem, 10 é o valor máximo estipulado para o índice e Nt é o número total de posições da vagem (para exemplos do cálculo, veja Figura 3). Este índice expressa a posição média de abortos seletivos em cada vagem, de forma que, quanto menor o valor do índice, mais próximo da base da vagem estava o aborto. A partir dos valores obtidos para cada vagem, calculamos um valor médio de IPA para o total de vagens que coletamos.



**Figura 2.** Numeração das posições na vagem: Os círculos cinza representam as sementes e o círculo branco representa um aborto. O número 1 representa a parte proximal e o 10 a parte distal da vagem.

Para criarmos um cenário em que os abortos ocorressem ao acaso, geramos um modelo nulo em que os abortos podiam tomar qualquer posição na vagem. Realizamos 1.000 permutações, com a posição de cada aborto em cada vagem ocupando aleatoriamente as posições disponíveis. Calculamos o IPA para cada modelo nulo e, ao final, obtivemos a média dos IPAs e o intervalo de confiança (95%) da média para o modelo nulo. O intervalo de confiança para o modelo nulo foi obtido pela média  $\pm$  1,96 \* erro padrão. Os dados observados não se ajustaram à distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk ( $W = 0,9727$ ;  $p = 0,0273$ ), impossibilitando o cálculo

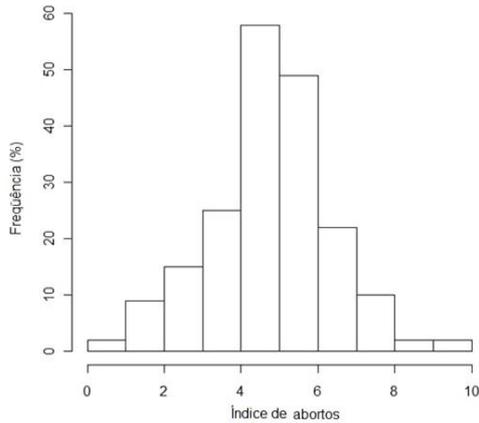


**Figura 3.** Cálculo da média para o número de abortos (círculos brancos) presentes em cada vagem corrigido pelo número de posições (sementes + espaços) das vagens para um tamanho igual a 10 posições. A média é dada pela soma das posições ocupada pelos abortos / pelo número de abortos X o índice total estipulado [10] / pelo número total de sementes e espaços contidos na vagem.

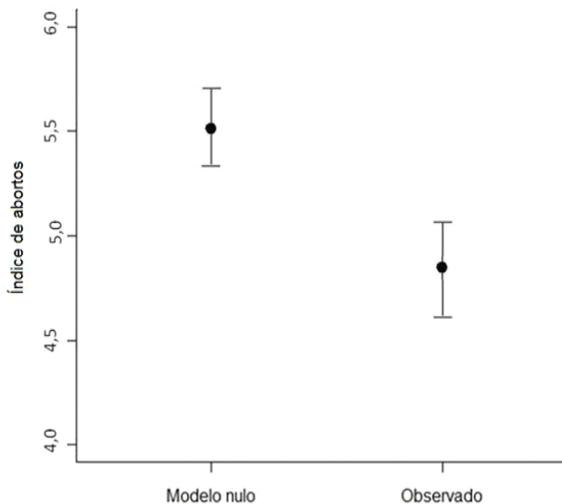
do intervalo de confiança convencional. Assim, geramos o intervalo de confiança da média (IC 95%) foi gerado por bootstraps com 10.000 reamostragens. Posteriormente, verificamos se o IC 95% gerado para os nossos dados estava sobrepondo o IC 95% gerado para o modelo nulo. Se encontrada esta sobreposição, os abortos seletivos estão ocorrendo na parte mediana da vagem. Se o IC 95% observado estiver abaixo do IC 95% do modelo nulo, os abortos seletivos estão ocorrendo na parte proximal da vagem. Se o IC 95% observado estiver acima do IC 95% do modelo nulo, os abortos seletivos estão ocorrendo na parte apical da vagem.

## RESULTADOS

A frequência dos índices de abortos aumenta da posição 1 até atingir as posições 4 e 5. Das posições 6 até 10, a frequência no índice de aborto diminui, apresentando seus valores mais altos na posição mediana da vagem (Figura 4). O índice de aborto médio foi de 4,84, com intervalo de confiança de 4,62 - 5,06 (Figura 5). O modelo nulo gerou um índice de aborto de 5,52, com intervalo de confiança de 5,34 - 5,70 (Figura 5). Não houve, portanto, sobreposição do intervalo de confiança dos dados observacionais e daquele gerado pelo modelo nulo. Logo, o valor médio do IPA indica que os abortos estão concentrados na parte proximal da vagem.



**Figura 4.** Distribuição percentual de frequências do índice de aborto nas vagens de feijão-da-praia *Sophora tomentosa* (Fabaceae).



**Figura 5.** Média e intervalo de confiança dos índices de abortos para o modelo nulo e o observado em sementes de vagens de *Sophora tomentosa* (Fabaceae).

## DISCUSSÃO

No presente estudo, a hipótese levantada de que os abortos seletivos ocorreriam na região apical da vagem foi refutada. Encontramos que os abortos seletivos estão ocorrendo na região proximal das vagens de *S. tomentosa*. Trabalhando com a mesma espécie, Paise (2007) propôs que os grãos de pólen geneticamente melhores produzem tubos polínicos mais rapidamente e fecundam os primeiros óvulos (região distal), enquanto os geneticamente piores são mais lentos e fecundam os últimos (região proximal), invertendo assim o pensamento lógico do presente trabalho. Desta forma, os abortos seletivos seriam direcionados para a região proximal da vagem. Paise (2007) não observou

diferença na frequência de abortos entre as regiões distal, intermediária e proximal. Portanto, sua proposta também não explica o padrão de abortos observado no presente estudo, já que a frequência de abortos observada ocorreu próxima à região intermediária.

Abortos seletivos em plantas são bastante comuns, principalmente pela ocorrência de incompatibilidade genética entre os óvulos e os tubos polínicos (Mayhew 2006). De fato, todas as vagens de *S. tomentosa* coletadas tinham pelo menos um aborto. Uma polinização com grãos de pólen de baixa variabilidade genética em relação à flor receptora aumentam as chances de que ocorra um aborto, pois o tecido do gineceu reconhece o material genético semelhante e aborta o embrião. Porém, o padrão gerado por abortos devido à incompatibilidade genética não é claro, distribuindo-se aleatoriamente ao longo do fruto. É possível que os indivíduos de *S. tomentosa*, que são polinizados por insetos, estejam recebendo grãos de pólen de indivíduos geneticamente aparentados. Ao visitar as flores em busca de néctar, os polinizadores podem levar os grãos de pólen do próprio indivíduo até o gineceu, promovendo auto-fecundação.

Para investigar a frequência de abortos por auto-fecundação em *S. tomentosa* propomos um experimento de manipulação dos grãos de pólen em que um grupo de flores tenha sua estrutura feminina polinizada por grãos de pólen do mesmo indivíduo. Outro grupo de flores deve receber grãos de pólen de indivíduos geneticamente diferentes. Esperamos que a frequência de abortos seja maior no grupo que sofreu auto-fecundação. Adicionalmente, é possível que padrões de aborto seletivo apareçam no grupo em que houve polinização cruzada.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor Roberto Munguía pela paciência e auxílio em todas as etapas do trabalho, aos professores Glauco Machado e Paulo Inácio pela elucidação mental antes, durante e depois do trabalho. Um agradecimento em especial para os botânicos de plantão presentes no curso de campo da Mata Atlântica 2009, Juréia-Itatins.

## REFERÊNCIAS

Bawa, K.S. & D.P. Buckley. 1989. Seed: ovules ratios, selective seed abortion and mating systems in Leguminosae. *Monographs in*

- Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 29:243-262.
- Bookman, S.S. 1984. Evidence for selective fruitproduction in *Asclepias*. *Evolution*, 38:72-86.
- Cruden, R.W. 1977. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution* 31:32-46.
- Mayhew, P. 2006. Discovering evolutionary ecology – bringing together ecology and evolution. Oxford: Oxford University Press.
- Melser, C. & P.G.R. Klinkhamer. 2001. Selective seed abortion increases offspring survival in *Cynoglossum officinale* (Boraginaceae). *American Journal of Botany*, 88:1033-1040.
- Paise, G. 2007. Aborto seletivo e predação de sementes no feijão-da-praia *Sophora tomentosa* (Fabaceae). In: Livro do curso de campo “Ecologia da Mata Atlântica”. (G. Machado, P.I.K. Prado & A. A. Oliveira eds.). São Paulo: USP
- Piedade, L.H. & N.T. Ranga. 1993. Ecologia da polinização de *Galipea jasminifolia* Engler (Rutaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, 16:151-157.
- Spira, T.P., A.A. Snow & M.N. Putterbaugh. 1996. The timing and effectiveness of sequential pollinations in *Hibiscus moschetous*. *Oecologia* 105:230-235.
- Summers, K. 1992. Essay on contemporary issues in ethology: dart-poison frogs and the control of sexual selection. *Ethology*, 91:89-107.
- Wilson, M.F. 1994. Sexual selection in plants: perspective and overview. *The American Naturalist*, 144:12-39.

**Grupo:** Mani de la playa

**Orientação:** Roberto Munguía Steyer