

Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil

**Maurício Lenzi¹
Afonso Inácio Orth^{2*}**

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

²Departamento de Fitotecnia, CCA/UFSC, Laboratório de Entomologia Agrícola.

Rodovia Admar Gonzaga, 1346 – bairro do Itacorubi – Caixa postal 476,

CEP: 88040-900 – Florianópolis – SC

E-mail: aorth@mbox1.ufsc.br

Autor para correspondência

Submetido em 19/02/2004

Aceito para publicação em 22/06/2004

Resumo

Schinus terebinthifolius Raddi (Anacardiaceae) é uma espécie dióica, nativa do Brasil, com ampla distribuição geográfica e grande plasticidade ecológica. Este estudo foi realizado em Florianópolis – SC, em área de restinga, durante os meses de setembro de 2002 a maio de 2003. Foram realizadas análises morfológicas da flor de indivíduos de ambos os sexos, medidas do comprimento e largura das inflorescências, contagem do número de inflorescências por ramo e de flores por inflorescência, bem como, o número de flores abertas ao dia, para se detectar um provável dimorfismo reprodutivo. Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que as plantas

estudadas apresentam flores díclinas, dependentes basicamente de insetos para o transporte de pólen. A antese ocorre sempre pela manhã e a flor masculina possui duração de apenas 12 horas, enquanto que a feminina permanece receptiva por um período de até 32 horas. No 1º período reprodutivo (primavera), apenas 22% das plantas floresceram. Já no 2º período (verão/outono) 100% dos indivíduos floresceram. As plantas apresentam dimorfismo sexual, manifestado entre o comprimento ($t = -12,75$; $p < 0,5$) e a largura ($t = -11,78$; $p < 0,5$) das inflorescências. Entretanto, as semelhanças entre as suas flores, somada à sincronia da fenofase reprodutiva, da antese e da oferta de recursos tróficos, em ambos os sexos, parece estar atenuando as diferenças e possivelmente favorecendo o seu sucesso reprodutivo através da atração dos visitantes florais até ambas às flores.

Unitermos: Anacardiaceae, aroeira-vermelha, floração, dimorfismo sexual

Abstract

Floral biology of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) in sandbank areas of Santa Catarina Island, Brazil. *Schinus terebinthifolius* Raddi is a brazilian native dioecious species of Anacardiaceae with a wide geographical distribution and great ecological plasticity. The study was carried out in a sandbank area, in the municipal district of Florianópolis – SC, from September 2002 to May 2003. Analysis of the flower morphology of both sexes, measures of the inflorescence lengths and widths, counting of the inflorescence numbers per branch and flowers per inflorescence, as well as the daily number of opened flowers, were all performed with the aim of detecting a probable reproductive dimorphism. The results obtained in the present study demonstrate that the studied plant present díclinous flowers, depending basically on insects for pollination. Anthesis occurs

always in the morning and the male flower has a duration of only 12 hours, while the female flower remains receptive for a period of more than 32 hours. In the 1st reproductive period of the study (springtime), just 22% of the plants were blooming. In the 2nd period (summer/autumn), 100% of the individuals were blooming. The species presented sexual dimorphism, manifested by the length ($t = -12.75$; $p < 0.5$) and width ($t = -11.78$; $p < 0.5$) of their inflorescence. However, the similarities between their flowers, added to the synchrony of their reproductive period, the anthesis and availability of nectar, in both sexes, seem to attenuate the differences and possibly favor reproductive success through the attraction of floral visitors to both types of flower.

Key words: Anacardiaceae, pink pepper, florescence, sexual dimorphism

Introdução

A fenologia é o estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos e das causas de sua ocorrência em relação às forças seletivas bióticas e abióticas, bem como, da sua inter-relação entre as fases caracterizadas por estes eventos, dentro de uma mesma ou de várias espécies (Lieth, 1974). Desta forma, os estudos da fenologia contribuem no entendimento da regeneração e reprodução das plantas (Talora e Morellato, 2000), pois o período reprodutivo é uma fase de grande importância para a dinâmica das populações e para a própria sobrevivência das espécies (Mantovani et al., 2003).

A compreensão das características da morfologia e biologia floral é condição primordial para se poder avaliar as interações entre o pólen e o estigma, flores e polinizadores, bem como, do sucesso reprodutivo das espécies vegetais. De maneira que, essas informações ampliam o conhecimento a respeito da ecologia evolutiva das espécies, indicando a maneira pela qual garantem a

sua sobrevivência e perpetuação ao longo dos tempos, em diferentes ambientes (Kearns e Inouye, 1993).

A diocia tem sido estudada por muitos autores, que a consideram um fator seletivo, com a função de evitar a endogamia (Baker, 1984); podendo essa força seletiva conduzir a uma especialização sexual ou competência sexual (Freeman et al., 1997). Obeso e Retuerto (2002) tratam o dimorfismo sexual como um carácter sexual secundário, reflexo dessa competição entre indivíduos do mesmo sexo, que está diretamente ligado à seleção intra-sexual, à alocação de recursos e aos diferentes ambientes.

Schinus terebinthifolius Raddi, a popular aroeira-vermelha, é uma espécie pioneira e dióica, que pertence à família Anacardiaceae (Crönquist, 1981; Fleig, 1987). Estudos da morfologia e anatomia floral da aroeira-vermelha realizados por Oliveira (1965), Fleig (1987) e Fleig e Klein (1989) demonstraram a existência de um padrão diferenciado de apresentação das flores, em função da redução ou aborto do gineceu e redução ou aborto do androceu. Este padrão torna as flores semelhantes, ou seja, apesar de consideradas morfologicamente diclinas, estas são aparentemente monóclinas. Quanto ao tamanho das estruturas reprodutivas, Fleig (1987) relata que as panículas masculinas são de maior tamanho. Com esta perspectiva, pressupõe-se à existência de dimorfismo reprodutivo na aroeira-vermelha, estando esse fato, relacionado a uma possível competição intra-sexual entre os indivíduos masculinos.

A aroeira-vermelha é nativa da América tropical, foi introduzida em vários países do mundo com fins ornamentais, onde hoje, é considerada praga, ou planta invasora (Morton, 1978). No Brasil, é encontrada em várias formações vegetacionais, desde o Estado de Pernambuco até o do Rio Grande do Sul (Fleig, 1987; Fleig e Klein, 1989; Carvalho, 1994). Em Santa Catarina ocorre ao nível do mar, até 1200m (Fleig e Klein, 1989), mas para Carvalho (1994), a sua abrangência pode

chegar até os 2.000m de altitude, estabelecendo-se tanto em solos úmidos como secos, arenosos a argilosos, tornando-a do ponto de vista ecológico, uma espécie extremamente plástica. Na Ilha de Santa Catarina pode ser vista em várias formações de restinga (Falkenberg, 1999).

Schinus terebinthifolius possui importância comercial por se tratar de uma planta com propriedades medicinais e fitoquímicas (Guerra et al., 2000; Amorim e Santos, 2003) e alimentícias, pelo consumo de seus frutos a “pimenta-rosa”, utilizados na cozinha nacional e internacional como um tipo de condimento alimentar. Mas, é em programas de reflorestamentos ambientais, recuperação de áreas degradadas, em projetos de reposição de mata ciliar e estabilização de dunas que a espécie destaca-se ecologicamente (Ferreti, et al., 1995; Kageyama e Gandara, 2000; Fleig e Klein, 1989; Falkenberg, 1999). Seu caráter de pioneirismo e agressividade competitiva, somados à sua tolerância higromórfica e boa interação biótica, garantem o sucesso regenerativo em ambientes fortemente edáficos e também, com influência antrópica (Kageyama e Gandara, 2000; Carvalho, 1994); caracterizando-na, como uma espécie típica dos estádios pioneiro e secundário inicial (Ferreti, et al. 1995) e possivelmente, como uma bioindicadora do carácter edáfico dos ambientes naturais ou antropizados.

Dependendo do ambiente, apresenta-se como arbusto ou árvore com altura de até 15 metros e a morfologia de suas folhas compostas imparipenadas pode variar de aspecto, apresentando de dois a seis pares de folíolos. Na restinga, onde é uma espécie característica, a aroeira-vermelha apresenta-se como um arbusto lenhoso, com caule espesso e tortuoso, imprimindo um carácter florestal à esta vegetação. Neste ambiente, a espécie ocupa os estádios herbáceo e/ou subarbustivo e arbustivo (Falkenberg, 1999), o que a caracteriza como uma pioneira edáfica.

Portanto, devido à sua ampla distribuição geográfica e alta plasticidade ecológica, algumas características morfológicas e as

épocas de floração de *S. terebinthifolius* podem divergir (Fleig e Klein, 1989), devendo-se assim, levar em conta cada sítio específico de sua ocorrência, por ocasião da discussão destas características.

Neste sentido, objetivou-se estudar a fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *S. terebinthifolius*, em área de vegetação de restinga, em Florianópolis/SC.

Material e Métodos

Área de estudo

Os estudos foram conduzidos no município de Florianópolis, localizado na Ilha de Santa Catarina. A ilha possui uma área de 436,5 km² e está localizada entre 27°10' e 27°50' de latitude sul e 48°25' e 48°35' de longitude oeste. A área de estudo possui 2636 m² e está situada entre a praias Mole e da Galheta (27° 36' 01.03" S e 48° 28' 51.3" W), na costa leste da ilha. O relictó utilizado neste estudo é pouco antropomorfizado, porém está inserido em uma área muito maior, quase predominantemente coberta com vegetação de restinga com diferentes graus de alterações antrópicas e estando sob constante influência marinha. O tamanho da área foi determinado seguindo-se critério de suficiência amostral, ou seja, foi demarcada a partir do momento que o número de indivíduos supriu a suficiência de amostras (indivíduos), para as análises estatísticas.

Segundo Köppen (1948), o clima da Ilha de Santa Catarina pode ser classificado como Cfa, pois o clima predominante é o mesotérmico úmido, com verões quentes e sem estações secas. A temperatura média anual varia entre 20 °C e 22 °C, não ocorrendo neve, pela proximidade do mar. Fevereiro, mês mais quente, apresenta uma temperatura média mensal de 24,5 °C e julho, mês mais frio, uma média mensal de 16,4 °C. Quanto às chuvas, estas são bem distribuídas e o total anual varia entre 1.400

mm e 1.800 mm. As precipitações são reguladas pela frente polar, sendo nos meses de inverno normalmente leves, contínuas e menos abundantes, e mais abundantes em fevereiro, quase que sempre rápidas e torrenciais. A umidade relativa do ar apresenta média anual elevada (82, 14%), em função da posição geográfica e do caráter úmido da massa Tropical Atlântica. Os ventos dominantes na ilha são do quadrante norte (Cecca, 1997).

Fenologia reprodutiva e biologia floral

Os estudos foram desenvolvidos entre setembro de 2002 a maio de 2003. Para a quantificação dos indivíduos e do estudo da floração foram acompanhados semanalmente todos os 29 indivíduos floridos na área de estudo, sendo 16 plantas masculinas e 13 plantas femininas. Indivíduos jovens e/ou que não entraram em floração foram desconsiderados.

Neste trabalho, o termo população será utilizado com o sentido de amostra populacional (Bencke e Morellato, 2002), uma vez que outros agrupamentos de plantas foram avistados próximos da área, de forma que os indivíduos amostrados, para a espécie, possivelmente pertencem a uma única população. Assim, população será tratada como o somatório dos indivíduos masculinos e femininos amostrados.

Foram realizadas observações sistemáticas semanais entre as 5:00 e 19:00 h para o desenvolvimento dos estudos da biologia floral. A receptividade do estigma foi verificada ao longo de todo um dia, em 60 flores com H_2O_2 a 20V (peróxido de hidrogênio) e observada em campo com o auxílio de lente de aumento (5X) (Galen e Plowright, 1987).

Durante a floração, em plantas masculinas e femininas, foram contados o número de inflorescências por ramo ($n=4$) e o número de flores abertas diariamente por inflorescência ($n=16$), realizado este último, durante oito dias alternados. Através, do estudo

do número de flores por inflorescência ($n=8$) pode-se obter a proporção entre flores femininas e masculinas. Também, foram medidos com o auxílio de um paquímetro o comprimento e a largura das inflorescências masculinas e femininas ($n=80$). Todos os experimentos acima descritos foram desenvolvidos em quatro plantas distintas (repetições) e de cada sexo. Para estes estudos, foram considerados apenas os dados relativos ao segundo ciclo de floração, devido ao fato da floração ter sido mais intensa (100% das amostras), tentando-se dessa forma, melhor caracterizar esses eventos. Os dados obtidos nos experimentos foram analisados através do teste t-Student (Sokal e Rolfh, 1979) e de Tukey (Siegel e Castellan, 1988), ambos a 95% de confiabilidade.

Foram realizadas observações nas flores de ambos os sexos ($n= 120$), sob microscópio estereoscópico (aumento de 16 X), em laboratório, durante várias horas do dia (desde a antese até o inicio da senescência das flores), para se detectar quando e onde esse néctar é secretado. A opção por essa metodologia e não da convencional que se baseia na utilização de tubos microcapilares e refratômetro portátil (Dafni, 1992), deu-se pelo fato, das flores secretarem pequenos volumes de néctar e não sendo, portanto, possível quantificar seu volume e concentração.

Observações e ilustrações esquemáticas das flores e de suas estruturas a partir de material fresco e preservado em álcool 70%, foram desenvolvidas com o auxílio de câmara clara acoplada a um estereomicroscópio.

Durante as visitas sistemáticas ao local de estudo foram realizadas observações naturalísticas sobre os grupos de visitantes florais mais freqüentes às flores da aroeira-vermelha e observações diretas a respeito do seu comportamento e recurso trófico forrageado (Proctor et al., 1996). Deste modo, obteve-se dados parciais de freqüência relativa dos visitantes nas flores ao longo do dia, que puderam ser relacionados com os eventos florais

(deiscência, receptividade do estigma, antese, etc.). Em geral, estas amostragens foram realizadas seguindo-se trilhas pré-definidas, dentro da área amostrada, envolvendo todos os indivíduos floridos. Os insetos coletados com redes entomológicas foram identificados por comparações em coleções do Laboratório de Entomologia Agrícola da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, e através da consulta a literatura e a especialistas.

Resultados

As flores masculinas e femininas (Figura 1a e b) são, ambas, actinomorfas, pentâmeras, díclinas, apresentam cinco sépalas verdes, cinco pétalas brancas e disco nectarífero de cor amarelo-ouro. As flores masculinas (Figura 1a) possuem dez estames com anteras dorsifixas de cor amarela e com um gineceu rudimentar, sem óvulo funcional no interior do ovário. As flores femininas (Figura 1b) apresentam um gineceu com estigma trilobado e quase sessil, ovário súpero, unilocular, com um único óvulo e nestas flores o androceu não é funcional, apresentando dez estames reduzidos, com suas anteras indeiscentes, esbranquiçadas e sem produção de pólen.

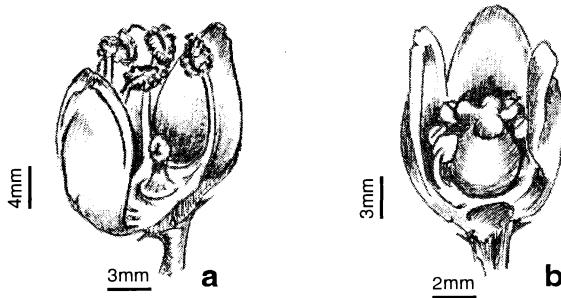


FIGURA 1: Morfologia das flores de *Schinus terebinthifolius* Raddi: a) secção longitudinal parcial da flor masculina (estames completos e gineceu reduzido); b) secção longitudinal parcial da flor feminina (gineceu completo e estames reduzidos).

Foram detectadas diferenças no comprimento ($t = -12,75$; $p < 0,05$) e na largura ($t = -11,78$; $p < 0,05$) das inflorescências masculinas e femininas, sendo maiores as masculinas com média de $11,45 \pm 3,67$ cm no comprimento e $6,59 \pm 2,06$ cm ($n=80$) na largura (Figura 2 e Tabela 1). Entretanto, o número de inflorescências por ramo não diferiu ($t = 1,37$; $p > 0,05$), ocorrendo em média $21,25 \pm 6,70$ ($n=4$) nas plantas masculinas e $18,25 \pm 5,63$ ($n=4$) nas plantas femininas.

Na área inventariada, observou-se que *S. terebinthifolius* ocorria de modo agregado, com as plantas distantes entre si, em torno de 2 a 10m. A proporção de plantas femininas e masculinas floridas durante o período de estudos foi de aproximadamente 1:1, embora isso não signifique necessariamente a proporção real intersexual na população, já que parte dos indivíduos encontrava-se em estádio vegetativo. No entanto, plantas masculinas produziram um maior número de flores do que plantas femininas, nos dias observados. O número médio de flores por inflorescência foi de $1392,75 \pm 507,71$ ($n=8$) nas plantas masculinas e de $346,25 \pm 53,91$ ($n=8$) nas plantas femininas (Tabela 1), sendo assim, a proporção de flores femininas/masculinas foi de 1:4.

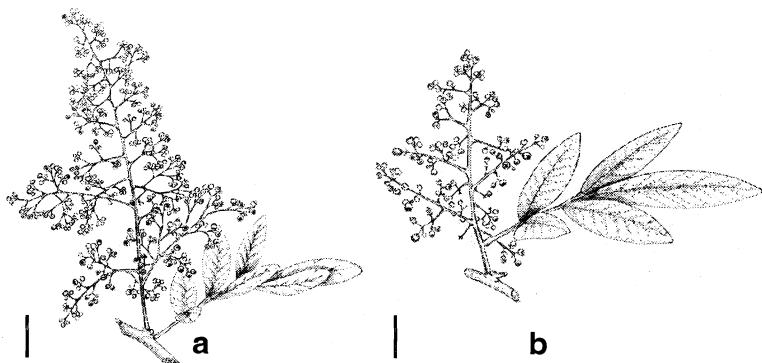


FIGURA 2: Inflorescências de *Schinus terebinthifolius* Raddi: a) inflorescência com flores masculinas, b) inflorescência com flores femininas. Barras de escala: a = 0,5cm; b = 1cm.

Na população de *S. terebinthifolius* durante o período de estudos, a floração ocorreu em dois períodos, ou seja, de outubro a novembro de 2002 e entre fevereiro e abril de 2003; o que indica dois períodos de floração para um mesmo ano. Na primavera (1º ciclo reprodutivo) apenas 22% das plantas floresceram, porém, ocorrendo tanto em indivíduos de pequeno porte (<1,00m de altura), quanto nos de porte maior (>2,00m de altura), e em ambos os sexos. Já no verão/outono (2º ciclo reprodutivo) a floração foi mais pronunciada, pois 100% dos indivíduos de ambos os sexos floresceram.

TABELA 1 – Médias (X) e desvio padrão (SD) das características gerais do dimorfismo presente nas inflorescências de *Schinus terebinthifolius* Raddi, em área de restinga, Florianópolis, SC.

Inflorescência	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Nº de flores
	X ± SD	X ± SD	X ± SD
Masculina	11,45 ± 3,67	6,59 ± 2,06	1392,75 ± 507,71
Feminina	5,78 ± 1,51	3,54 ± 1,05	346,25 ± 53,91

O período de floração do segundo ciclo durou em torno de 45 dias na população estudada, com várias flores abertas ao longo de todo este período. Analisando-se a tabela 2, percebe-se que ambas as floradas tiveram início em um menor número de indivíduos, mas com o passar dos dias, a estes indivíduos foram se somando outros. Alguns apresentaram um período de floração mais curto e outros, mais longo. No entanto, no final da floração do segundo período alguns indivíduos com floração tardia estenderam a fase reprodutiva da população por mais algum tempo.

No segundo período reprodutivo foi constatado o maior número de plantas masculinas ($n=11$) e femininas ($n=9$) floridas (Tabela 2), sendo que esses indivíduos de *S. terebinthifolius* produzem flores diariamente. A maior média constatada no número de flores abertas por dia em uma inflorescência foi de $69,2 \pm 22,8$ ($n=16$) nas inflorescências com flores masculinas e de $9 \pm 3,3$ ($n=16$) nas inflorescências com flores femininas (Tabela 2).

TABELA 2 – Número (n) de plantas masculinas e femininas em floração, média (X) e desvio padrão (SD) do número de flores abertas ao dia por inflorescência de *S. terebinthifolius*, durante o período de setembro de 2002 a maio de 2003 em ambiente de restinga, em Florianópolis/SC.

Período	Plantas em floração (n)		Flores abertas ao dia $X \pm SD$	
	Masculinas	Femininas	Masculinas	Femininas
2002	n = 5	n = 4		
05/10	2	2		
12/10	5	4		
19/10	5	4		
09/11	3	2		
2003	n = 16	n = 13	n = 16	n = 16
23/02	8	6		
27/02			$18,3 \pm 9,5$	$8 \pm 3,5$
02/03	11	9		
06/03			$69,2 \pm 22,8$	$9 \pm 3,3$
12/03	11	9	$32,8 \pm 14,5$	$4,7 \pm 1,4$
16/03	6	8		
21/03			$14,4 \pm 7,7$	$3 \pm 1,2$
23/03	2	3		
30/04	5	4		
06/04	5	4	$3,9 \pm 1,1$	$3,4 \pm 1,8$
12/04	0	1	$1,5 \pm 1$	$3 \pm 1,8$

Foi constatada uma ordem de abertura das flores nas inflorescências, ocorrendo sempre das flores terminais para as flores da base da panícula. A antese das flores de ambos os sexos ocorreu no início da manhã, entre às 5:00 e 5:30 h. A senescência das flores masculinas e sua consequente abscisão ocorreram em torno das 17:00 h. Portanto, sua duração foi de aproximadamente 12 h. A receptividade do estigma foi observada já a partir do inicio da abertura floral às 06:00 h, até o final do dia, em torno das 17:30 h, quando as flores femininas começam a se fechar. As flores femininas abrem-se novamente na manhã do dia seguinte, com os estigmas ainda receptivos, porém, com o disco nectarífero de cor menos pronunciada, passando da cor amarelo-ouro para a cor verde e, posteriormente logo após as 12:00 h deste segundo dia de abertura ocorre a senescência das flores femininas não polinizadas e sua consequente abscisão, entre às 14:00 h e 17:00 h. Portanto, a duração das flores femininas foi de aproximadamente 32 h. Uma vez fertilizada a flor, o estigma adquire uma coloração escura e a partir do segundo ou terceiro dia após a polinização é possível visualizar o ovário em desenvolvimento.

Percebeu-se um aroma ácido e apimentado, porém discreto, exalado pelas flores da aroeira-vermelha ao longo de todo o dia. Nas flores masculinas, durante o início da abertura do botão floral, ocorre o processo de alongamento dos estames, que perdurou por um período de 60 minutos, aproximadamente. Logo após às 08:00 h, iniciou-se a deiscência das anteras e a consequente disponibilização de pólen, que é de cor amarela.

Através das observações sob microscópio estereoscópico, constatou-se que o néctar está presente em forma de pequenas gotículas junto ao disco nectarífero e é secretado em flores de ambos os sexos ao longo de todo o dia, de forma, que apenas as flores masculinas produzem pólen, mas o néctar, apesar do volume reduzido, é ofertado por ambos os sexos florais.

A entomofauna observada constituiu-se na sua maioria de abelhas (Apidae, Halictidae, Colletidae e Megachilidae), de moscas (Syrphidae, Calliphoridae, entre outras) e de vespas (Vespidae, Pompilidae e Sphecidae). Estes insetos visitantes florais apresentaram um padrão de forrageio e de comportamento semelhantes. Iniciam o forrageamento sobre as flores da aroeira-vermelha já no início do dia, por volta das 06:00 h (poucos indivíduos), em busca de pólen nas flores masculinas, mas também, buscavam nestas flores e nas flores femininas, o néctar, que pode ser detectado pela distensão da língua; encerraram suas atividades sobre as flores ao final do dia, em torno das 18:00 h. Durante a visita às inflorescências e flores, caminhavam sobre estas, tocando por inúmeras vezes várias partes de seus corpos no estigma das flores femininas e nas anteras das flores masculinas.

O amadurecimento, e conseqüente dispersão dos frutos iniciou, em ambas as floradas, após 30 dias do início da floração, perdurando até a primeira quinzena de janeiro no primeiro período reprodutivo e até o mês de junho, no segundo período.

Discussão

O fato das flores da aroeira-vermelha parecerem ser monóclinas num primeiro momento, já havia sido percebido por Oliveira e Grotta (1965) e Fleig (1987). Copeland (1959) estudando a espécie *Schinus molle*, uma outra espécie de anacardiácea, também percebeu esse padrão diferenciado de apresentação floral. Para este autor, o desenvolvimento incompleto dos estames nas flores femininas e a presença de pistilos reduzidos nas flores masculinas caracterizam-nas como flores diclínas, mas ao mesmo tempo, as tornam semelhantes; Oliveira e Grotta (1965) caracterizam como estéreis os estames presentes nas flores femininas de *S. terebinthifolius* e Fleig (1987) considera o desenvolvimento do gineceu das flores masculinas como incompleto para a espécie.

Diversas espécies de anacardiáceas (*Anacardium occidentale* L., *Astronimum balansae* Engl., *Lithraea brasiliensis* March., *Mangifera indica* L., *Schinus lentiscifolius* March. entre outras) descritas por Fleig (1987) e Fleig e Klein (1989) apresentam a morfologia floral semelhante à das flores da aroeira-vermelha, o que sugere, a generalidade desse padrão na família Anacardiaceae.

A dioicia é considerada como um mecanismo que obriga a fertilização cruzada, em resposta a pressões sexuais e ambientais (Bawa et al., 1985) e o dimorfismo sexual pode ser interpretado como uma das possíveis respostas a estas pressões bióticas e/ou abióticas, possivelmente, manifestado pelas diferentes funções quando na alocação de recursos ocorridos durante a divisão das funções sexuais.

De acordo, com Freeman (1997), Obeso e Retuerto (2001) e Fuzeto et al. (2001), a divisão de funções poderia originar a aparição de diferenças entre o tamanho dos sexos, estando esse aumento relacionado a um incremento no tamanho dos indivíduos masculinos e à probabilidade de deixar um maior número de descendentes. A seleção intra-sexual, através da competência entre indivíduos masculinos, pode favorecer a evolução do dimorfismo nas estruturas reprodutivas, para o incremento na produção e disponibilidade de grãos de pólen (Opler e Bawa 1978; Obeso e Retuerto, 2001). A grande quantidade de grãos de pólen produzidos, em relação ao número de óvulos disponíveis na população, é uma característica de árvores tropicais (Opler e Bawa 1978) podendo ser considerada uma estratégia para aumentar as chances dos grãos chegarem aos estigmas, mesmo se houver grandes perdas (Carmo e Franceschinelli, 2002).

Igualmente à aroeira-vermelha, a espécie dióica *Cabralea canjerana* (Meliaceae), também apresentou diferenças nas estruturas reprodutivas, sendo maiores e mais floridas as

inflorescências masculinas (Fuzeto et al., 2001). Segundo Bawa (1980), a seleção intra-sexual pode vir a favorecer o aumento no número ou no tamanho das inflorescências neste tipo de plantas, uma vez que os polinizadores podem visitar determinada flor com uma maior freqüência do que a outra. Este fato foi presenciado durante as visitas sistemáticas, onde se pode observar uma presença superior de insetos nas flores masculinas comparada às flores femininas; este padrão de visitação pode estar relacionado ao fato das panículas com flores masculinas serem maiores, com maior número de flores e ofertarem além do néctar, também o pólen, tornando-as assim, mais atrativas aos visitantes florais.

Quanto à razão sexual da população estudada, os dados obtidos estão de acordo com a expectativa de Opler e Bawa (1978), segundo os quais as espécies dióicas geralmente apresentam razão sexual de 1:1. A distribuição espacial agregada é um padrão em espécies dióicas (Bawa e Opler, 1975), como em *Jacaratia spinosa* (Piratelli, et al. 1998) e *Clusia arrudae* (Carmo e Franceschinelli, 2002) e, que segundo Budowski (1965) é também uma importante característica de plantas pioneiras durante a ocupação de áreas abertas.

A proporção entre o número de flores masculinas e femininas detectada em *S. terebinthifolius* e das espécies *J. spinosa* (Piratelli, et al. 1998) e *C. arrudae* (Carmo e Franceschinelli, 2002), sugere haver uma preponderância das plantas masculinas possuírem mais flores. Esse fato nesta última espécie, segundo os autores, reflete uma competição intersexual por polinizadores quanto ao número de flores, com as plantas masculinas produzindo maior quantidade de flores relativamente às femininas.

Entretanto, o fato das flores serem semelhantes quanto a forma e a cor, e não apresentarem diferenças no número de inflorescências por ramo, poderá ter uma influência decisiva na atratividade destas flores para os polinizadores, momente se o

tipo de recurso floral oferecido difere entre as flores dos dois sexos, como no caso da aroeira-vermelha. A tendência de o dimorfismo sexual ocorrer apenas nas estruturas reprodutivas, através da seleção natural, foi prevista por Bawa (1980) e Freeman (1997) para plantas dióicas polinizadas por insetos, pois os polinizadores devem visitar ambos os sexos para garantir o sucesso da polinização.

O pequeno tamanho, a morfologia e a coloração clara das flores da aroeira-vermelha também podem estar favorecendo as semelhanças entre as flores e garantindo a visitação em ambos os sexos. Costa e Ramalho (2001) constataram, que 48% das espécies de restinga possuem flores pequenas (<1cm diâmetro) e que apresentam morfologias semelhantes, sendo na maioria das vezes, adaptadas à melitofilia e à miofilia. Além disso, a presença de odor nas flores de *S. terebinthifolius*, ainda que praticamente imperceptível ao olfato humano, aparentemente é um importante mecanismo utilizado pelas suas flores para atrair os visitantes florais e possíveis polinizadores. Em estudos das características florais de plantas de restinga, conduzidos por Ormond et al. (1993), foi constatado que a maioria das flores não exalava nenhum tipo de odor perceptível (46, 8%), ou, se exalava, este era considerado muito suave (41%). Contudo, de acordo com Proctor et al. (1996), mesmo odores suaves para o ser humano são facilmente percebidos pelos insetos, em especial pelas abelhas.

Ambas as flores de *S. terebinthifolius* foram visitadas por uma diversificada entomofauna, podendo-se então, classificá-las como possuidoras da síndrome de entomofilia (Percival, 1965) e tomando-se como base a classificação proposta por Faegri e van der Pijl (1979) a espécie pode ser considerada generalista quanto à diversidade desta entomofauna visitante floral, o que amplia as chances de vários destes insetos serem os seus potenciais polinizadores.

Algumas semelhanças no período de floração foram constatadas por Ewel et al. (1982), em observações feitas com a espécie na Florida, EUA. Os autores observaram que a primeira florada, entre setembro e outubro, ocorreu em grande parte das plantas e a segunda florada, entre março e maio, ocorreu em um menor número de plantas. É importante lembrar que, pelo fato deste trabalho ter sido realizado no Hemisfério Sul, o primeiro período deste trabalho (setembro/novembro) corresponde à primavera e equivale ao segundo período (março/maio) do trabalho realizado por Ewel et al. (1982).

Observações feitas por Fleig (1987) e Fleig e Klein (1989), também corroboram a ocorrência de dois períodos distintos de floração em um mesmo ano, entre os meses de setembro a março, tanto para a espécie, como para outras anacardiáceas nativas do litoral brasileiro. Da mesma forma, a floração da maior parte das 19 espécies estudadas por Mantovani et al. (2003) ocorreu de novembro ao final de janeiro, numa área de floresta secundária com clima também Cfa. Morellato e Leitão-Filho (1990) e Talora e Morellato (2000) sugerem que, em ambientes pouco sazonais, os fatores ambientais devem ter menor influência sobre as fenofases do que em ambientes notadamente sazonais; portanto, a periodicidade das fenofases das espécies da mata atlântica devem ser menos pronunciadas.

Apesar da sincronia no inicio e na duração da fenofase reprodutiva, em ambos os sexos, o padrão de florescimento não foi similar entre essas plantas. Há uma maior concentração da abertura das flores masculinas, porém num período de tempo menor, enquanto que a abertura das flores femininas é contínua e por um período maior. A variação no período de florescimento poderia ser resultado da competição entre plantas masculinas (Bullock e Bawa, 1981; Piratelli et al., 1998) comum em espécies dióicas tropicais (Opler e Bawa, 1978; Piratelli et al., 1998).

O provável pico de floração do segundo período reprodutivo deve ter ocorrido na primeira quinzena de março de 2003, pois

nesse período foi encontrado o maior número de plantas floridas e as maiores médias do número de flores abertas ao dia. Neste caso, é possível apenas inferir-se um pico de floração, pois se deve levar em conta que, outro (s) pico (s) podem ter ocorrido durante os intervalos dos estudos. Portanto, observações mais acuradas (diárias) sobre o número de flores abertas ao dia teriam que ter sido feitas, para se determinar e melhor caracterizar o pico de floração da população de aroeiras-vermelhas estudada.

Neste contexto, os resultados obtidos no presente estudo demonstram que as plantas de *S. terebinthifolius* Raddi, das áreas estudadas, são plantas dióicas, que apresentam flores díclinas, dependentes basicamente de insetos para o transporte de pólen. Apesar de apresentarem dimorfismo manifestado entre o tamanho das inflorescências e diferenças no número de flores por inflorescência, as semelhanças entre as suas flores, somada à sincronia da fenofase reprodutiva, da antese e da oferta de recursos tróficos, em ambos os sexos, parecem estar atenuando as diferenças e possivelmente favorecendo o seu sucesso reprodutivo através, da atração dos visitantes florais até as flores de ambos os sexos.

A biologia reprodutiva da aroeira vermelha precisa ser melhor estudada, pois sua compreensão é de fundamental importância na avaliação do impacto causado pelo processo de domesticação na reprodução sexual da espécie, visto que, se trata de uma espécie com interesse agrícola. Da mesma forma, estudos mais aprofundados sobre a eficiência de polinização dos visitantes florais, bem como, dos dispersores de diásporos, são fundamentais para subsidiar estratégias de conservação e manejo da espécie e avaliar o papel ecológico dessa planta nos ambientes onde ocorre.

Referências

- Amorim, M. M^a. R.; Santos, L. C. 2003. Tratamento da vaginose bacteriana com gel vaginal de Aroeira (*Schinus terebinthifolius*

- Raddi): ensaio clínico randomizado. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, **25** (2): 95-102.
- Baker, H. G. 1984. Some functions of dioecy in seed plants. **American Naturalist**, **124**: 149-158.
- Bawa, K. S.; Opler, P. A., 1975, Dioecism in tropical forest trees. **Evolution**, **329**: 167-179.
- Bawa, K. S. 1980. Evolution of dioecy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, **11**: 15-39.
- Bawa, K. S.; Perry, D. R.; Beach, J. H. 1985. Reproductive biology of tropical lowland forest trees: sexual systems and incompatibility mechanisms. **American Journal of Botanic**, **72** (3): 331-345.
- 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.
- Budowski, G., 1965, Distribution of tropical american rain forest species in the light of successional process. **Turrialba** **15** (1): 40-42.
- Carmo, R. M.; Franceschinelli, E. V. 2002. Polinização e biologia floral de *Clusia arrudae* Planchon & Triana (Clusiaceae) na Serra da Calçada, município de Brumadinho, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, **25** (3): 351-360.
- Carvalho, P. E. R. 1994. **Especies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. EMBRAPA – SPI, Brasília, Brasil, 640 pp.
- Cecca – Centro de Estudos Cultura e Cidadania. 1997. **Uma cidade numa ilha**. 2th, Editora Insular, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 248 pp.
- Copeland, H. F. 1959. The reproductive structures of *Schinus molle* (Anacardiaceae). **Madrono**, **15**: 14-24.

- Crönquist, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants.** Columbia University Press, New York, USA, 519 pp.
- Ewel, J. J.; Ojima, D. S.; Karl, D. A.; Debusk, W. F. 1982. ***Schinus* in sucessional ecosystems of Everglades National Park.** National Park Service, South Florida Research Center, Everglades National Park, Homestead, USA, 141 pp.
- Faegri, K.; van der Pijl, L. 1979. **The principles of pollination ecology.** 3th ed. Pergamon Press, New York, USA, 291 pp.
- Falkenberg, D. B. 1999. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. Florianópolis: **Insula**, 28: 1-30.
- Ferreti, A. R.; Kageyama, P. Y.; Arboez, G. de F.; Santos, J. D. dos; Barros, M.; Lorza, R. F.; Oliveira, C. de. 1995. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, 3 (7): 2-6.
- Fleig, M. 1987. Anacardiaceae. Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul. **Boletim do Instituto de Biociências**, 18 (42): 72 pp.
- Fleig, M.; Klein R. M. 1989. **Anacardiáceas.** Flora Ilustrada Catarinense, Itajaí, Brasil, 64 pp.
- Freeman, C. D. 1997. Sexual specialization and inbreeding avoidance in the evolution of dioecy. **The Botanic Review**, 63 (1): 65-92.
- Fuzeto, A. P.; Barbosa, A. A. A.; Lomônaco, C. 2001. *Cabralea Canjerana* Subsp. *Polytricha* (Adri. Juss.) Penn. (Meliaceae), uma espécie dióica. **Acta Botanica Brasilica**, 15 (2): 167-175.
- Galen, C.; Plowright, R. C. 1987. Testing the accuracy of using peroxidase actity to indicate stigma receptive. **Canadian Journal of Botanic**, 65: 11-107.

- Guerra, M^a. J. M.; Barreiro, M. L.; Rodriguez, Z. M.; Rubaicaba, Y. 2000. Actividad antimicrobiana de um extracto fluido al 80% de *Schinus terebinthifolius* Raddi (copal). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, **5** (1): 23-5.
- Kageyama, P.; Gandara, F. B. 2000. Revegetação de áreas ciliares. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. de F. (eds): **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Editora Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, Brasil, p. 1-40.
- Köeppen, W. 1948. **Climatologia**. Ed. Fundo de Cultura Econômica, México - Buenos Aires, 478 pp.
- Krüguel, M. M.; Berh, E. R. 1998. Utilização de frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) por aves no parque do Ingá, Maringá, Paraná. **Revista Biociências**, **6** (2): 47-56.
- Lieth, H. 1974. Purpose of a phenology book. In: **Phenology and seasonality modeling** (Lieth, H., eds.). Springer, Berlin, Deutchland, p. 3-19.
- Mantovani, M.; Ruschel, A. R.; Reis, M. S. dos; Puchalski, A.; Nodari, R. O. 2003. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta atlântica. **Revista Árvore**, **27** (4): 451-458.
- Morellato, L. P. C.; Leitão-Filho, H. F. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi. **Revista Brasileira de Biologia**, **50**: 163-173.
- Morton, J. F. 1978. Brazilian pepper – Its impact on people, animals and environment. **Economic Botany**, **32** (4): 353-359.
- Proctor, M.; Yeo, P.; Lack, A. 1996. **The natural history of pollination**. Oregon Timber Press, Oregon, USA, 479 pp.
- Obeso, J. R. e Retuerto, R. 2002. Dimorfismo sexual en el acebo, *Ilex aquifolium*: ¿coste de la reproducción, selección sexual o

diferenciación fisiológica? **Revista chilena de historia natural**, **75** (1): 67-77.

Oliveira, F.; Grotta, A. S. 1965. Contribuição ao estudo morfológico e anatômico de *Schinus terebinthifolius* Raddi Anacardiaceae. **Revista Farmácia Bioquímica**, **3** (2): 271-293.

Opler, P.A.; Bawa, K.S. 1978. Sex ratios in tropical forest trees. **Evolution**, **32**: 812-821.

Percival, M. S.; 1965. **Floral Biology**. Pergamon Press, Oxford, USA, 243 pp.

Siegel, S.; Castellan, N. J. Jr. 1988. **Nonparametric statistics: for the behavioral sciences**. 2th ed. Cataloging – in – Publication Data, New York, USA. 399 pp.

Piratelli, A. J., Pina-Rodrigues, F. C. M., Gandara, F. B. Santos; Costa, L. G. S. 1998. **Biología da polinização de Jacaratia spinosa (AUBL) ADC. (CARICACEAE) em mata residual do sudeste brasileiro**. **Revista Brasileira de Biología**, **58** (94): 671-679.

Sokal, R. R; Rohlf, F. J. 1979. **Biometria. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica**. H. Blume Ediciones S.A, Rosario – Madrid, Espanha, 788 pp.

Talora, D. C.; Morellato, P. C. 2000. Fenología de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista brasileira de Botânica**, **23** (1): 13-26.

