



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA



CRISTIANE DE SOUZA PAULINO

ANDROMONOICIA FUNCIONAL EM ESPÉCIES DO GÊNERO *Solanum* L.
(SOLANACEAE)

RECIFE- PE

2017

CRISTIANE DE SOUZA PAULINO

**ANDROMONOICIA FUNCIONAL EM ESPÉCIES DO GÊNERO *Solanum* L.
(SOLANACEAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco - PPGB/UFRPE, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Botânica.

ORIENTADORA:

Prof.^a Dr.^a Cibele Cardoso de Castro

COORIENTADORA:

Prof.^a Dr.^a Elisangela Lucia S. Bezerra

RECIFE- PE

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

P328a Paulino, Cristiane de Souza
Andromonoícia funcional em espécies do gênero *Solanum* L.
(Solanaceae) / Cristiane de Souza Paulino. – 2017.
66 f.: il.

Orientadora: Cibele Cardoso de Castro.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Recife,
BR-PE, 2017.

Inclui referências, anexo(s) e apêndice(s).

1. Solanaceae 2. Mecanismos de autoincompatibilidade
3. Tubos polínicos 4. Andromonoícia funcional I. Castro, Cibele
Cardoso de, orient. II. Título

CDD 581

CRISTIANE DE SOUZA PAULINO

**ANDROMONOICIA FUNCIONAL EM ESPÉCIES DO GÊNERO *Solanum* L.
(SOLANACEAE)**

Dissertação defendida e _____ em: 07/02/2017

Orientadora:

Prof^ª. Dr^ª. Cibele Cardoso de Castro (Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE/UAG

Examinadores:

Prof. Dr. Natan Messias de Almeida (Titular)
Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL

Prof^ª. Dr^ª. Tarcila Correia de Lima Nadia (Titular)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE-CAV

Prof^ª. Dr^ª. Ana Virgínia Leite (Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dr^ª. Patrícia Barbosa Lima (Suplente)

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.
Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.*

Marthin Luther King

Dedico...

Aos meus pais, Francisco Paulino (*in memoriam*) e Gilda Souza, e ao meu irmão, Thiago Paulino.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à DEUS, por ter guiado o meu caminho ao longo desses dois anos de mestrado.

A minha orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Cibele Cardoso de Castro pela amizade desde a época da graduação. E também pelo exemplo de profissional.

A minha coorientadora Prof^ª. Dr^ª. Elisangela Lucia de Santana Bezerra por todo apoio, importantes sugestões para construção desse estudo e paciência durante essa jornada.

Aos membros da banca Prof^ª. Dr^ª. Ana Virgínia Leite, Prof. Dr. Natan Messias de Almeida, Dr^ª. Patrícia Barbosa Lima e Prof^ª. Dr^ª. Tarcila Correia de Lima Nadia pelas importantes sugestões e contribuições essenciais para o enriquecimento dessa dissertação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio institucional para o desenvolvimento desse estudo.

Ao corpo docente do PPGB (UFRPE) pela contribuição do meu conhecimento científico.

Ao Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI) pela permissão na elaboração da pesquisa.

Aos amigos do LERA, em especial a Bruna e Geiza, pelo companheirismo, lealdade, apoio e socorro nos momentos de aflição.

A amiga Katarina Pimental pela disponibilidade de me ajudar sempre que eu necessitava. Meu muito obrigada!

Ao colega Genialdo Ramos pela ajuda no manuseio do microscópio de fluorescência.

Aos amigos não biólogos Irma Aracely e Isaac Belo que se disponibilizaram a me acompanhar nas coletas de campo.

Aos colegas de trabalho, em especial a Itamar Júnior, Luis D'Andrada, Quézia Cordeiro, Oséas Pedrosa e Thiago de Araújo pelas trocas, folgas e apoio nos momentos difíceis.

A todos que direta ou indiretamente me auxiliaram na elaboração deste trabalho: meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO GERAL.....	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO.....	14
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
Sistema sexual.....	15
Sistema reprodutivo.....	18
Família Solanaceae A. L. Jussieu e Gênero <i>Solanum</i> L.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
Manuscrito a ser enviado ao periódico FLORA.....	33
RESUMO.....	35
1.INTRODUÇÃO.....	36
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.1 Área de estudo e espécies analisadas.....	37
2.2 Padrão sexual e sistema reprodutivo.....	37
2.3 Análise de dados.....	38
3. RESULTADOS.....	39
4.DISSCUSSÃO.....	40
5. CONCLUSÃO.....	43
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
LEGENDA DAS FIGURAS.....	52
ANEXOS.....	56

LISTA DE TABELAS

<p>Tabela 1. Valores médios (cm) e desvio padrão do diâmetro da corola, do comprimento do cone das anteras e do comprimento do estilete em flores de <i>Solanum paniculatum</i>, <i>Solanum stramonifolium</i> e <i>Solanum torvum</i> em áreas antropizadas próximas à Universidade Federal Rural de Pernambuco¹ e no Parque Estadual de Dois Irmãos². L: morfo de estilete longo; C: morfo de estilete curto (\pm desvio padrão).....</p>	48
<p>Tabela 2. Distribuição dos morfos de estilete longo e estilete curto nas inflorescências de <i>Solanum paniculatum</i>, <i>Solanum stramonifolium</i> e <i>Solanum torvum</i> em áreas antropizadas próximas à Universidade Federal Rural de Pernambuco¹ e no Parque Estadual de Dois Irmãos².....</p>	49
<p>Tabela 3. Razão pólen/óvulo de <i>Solanum paniculatum</i>, <i>Solanum stramonifolium</i> e <i>Solanum torvum</i> em áreas antropizadas próximas à Universidade Federal Rural de Pernambuco¹ e no Parque Estadual de Dois Irmãos². L: morfo de estilete longo; C: morfo de estilete curto.....</p>	50
<p>Tabela 4. Experimentos realizados nas flores de <i>Solanum torvum</i> em áreas antropizadas próximas à Universidade Federal Rural de Pernambuco e classificação quanto ao sistema reprodutivo das espécies analisadas com base na literatura. L: morfo de estilete longo; C: morfo de estilete curto.....</p>	51

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Estrutura floral evidenciando os morfos longo (setas 2) e curto (setas 1): A - *Solanum torvum*; B – *Solanum paniculatum*; C e D – *Solanum stramonifolium* (C – morfo curto e D – morfo longo) em áreas antropizadas próximas à Universidade Federal Rural de Pernambuco e no Parque Estadual de Dois Irmãos..... 53
- Figura 2.** Viabilidade polínica de *Solanum paniculatum*, *Solanum stramonifolium* e *Solanum torvum* em áreas antropizadas próximas à Universidade Federal Rural de Pernambuco e no Parque Estadual de Dois Irmãos. A letra "a" representa a ausência de diferença significativa dos dados de viabilidade polínica ao $p < 0,05$ a partir do Teste T. L: morfo de estilete longo; C: morfo de estilete curto..... 54
- Figura 3.** Germinação de tubos polínicos 24h após tratamentos de polinização controlados em áreas antropizadas próximas à Universidade Federal Rural de Pernambuco e no Parque Estadual de Dois Irmãos. A e B – *S. stramonifolium* (polinização cruzada), C e D – *S. paniculatum* (polinização cruzada); E e F- *S. torvum* (autopolinização). Em A, C e F observa-se o crescimento do tubo através do estile; em B, D e E, tubo polínico penetrando o óvulo (A, C, D aumento 10x; B, E, F aumento 20x) em áreas antropizadas próximas a Universidade Federal Rural de Pernambuco e no Parque Estadual de Dois Irmãos. Barra de 50 μ m..... 55

Paulino, Cristiane de Souza. Mestrado em Botânica. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Andromonoiccia funcional em espécies do gênero *Solanum* L. (Solanaceae). Orientadora: Cibele Cardoso de Castro. Coorientadora: Elisangela Lucia de Santana Bezerra.

RESUMO GERAL

A andromonoiccia funcional presente no gênero *Solanum* lhe confere um caráter peculiar, onde flores hermafroditas com estilete curto se comportam como masculinas e flores hermafrodita com estilete longo como formadoras de frutos. Com o objetivo de analisar a biologia reprodutiva de *Solanum paniculatum* L., *Solanum stramonifolium* Jacq. e *Solanum torvum* Sw., foi investigado aspectos morfofuncionais de suas flores e o sistema reprodutivo. O trabalho foi realizado em áreas antropizadas nas proximidades do *campus* da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE (8°01'05"S e 34°56'48"W) e na borda da mata do Parque Estadual de Dois Irmãos - PEDI (8°07'30"S e 34°52'30"W). Foram realizadas análises de viabilidade polínica, razão pólen/óvulo, morfometria, biologia floral e distribuição dos morfos nas inflorescências/indivíduo/espécie. Além de cruzamentos intra e inter morfos, nos tratamentos manual de autopolinização e polinização cruzada, sendo feitas lâminas para análise e observação do crescimento do tubo polínico. As espécies apresentam tanto flores que possuem o estilete ultrapassando o cone das anteras quanto flores em que o estilete fica abaixo do nível das anteras. Além disso, possuem diferenças morfológicas significativas apenas ao nível do estilete, apresentando polimorfismo a nível do estilete. Para *S. paniculatum* o valor médio do estilete foi de 1,2 cm ($\pm 0,06$) para flores de estilete longo e 0,4 cm ($\pm 0,06$) para flores de estilete curto. Já para *S. stramonifolium*, o valor médio do estilete foi de 0,9 cm ($\pm 0,06$) para flores que possuem estilete ultrapassando o cone das anteras e 0,31 cm ($\pm 0,07$) para flores de estilete curto. Quanto à espécie *S. torvum* o valor médio do estilete foi de 0,9 cm ($\pm 0,17$) para flores de estiletos longos e 0,3 cm ($\pm 0,07$) para flores de estilete curto. Existe um padrão definido quanto à proporção de flores de estilete longo e/ou estilete curto numa inflorescência ou mesmo nos indivíduos, onde mais de 80% das flores possuem estiletos que ultrapassam o cone das anteras. Geralmente, flores de estilete longo de *S. stramonifolium* encontra-se em posições basais das inflorescências e as flores de estilete curto em posições distais. Esse padrão não foi observado em *S. paniculatum* e *S. torvum*. Os morfos analisados oferecem viabilidade polínica acima de 97% e alta taxa de razão pólen/óvulo. *Solanum paniculatum* e *S. stramonifolium* são autoincompatíveis, apresentando mecanismos de autoincompatibilidade gametofítica. Já *S. torvum* é autocompatível. As três espécies são

consideradas alógamas. Apenas as flores de estilete longo formaram tubo polínico que alcançaram os óvulos após 24h. Já as flores de estilete curto não formaram tubo polínico em nenhum tratamento. Diante do exposto, as espécies podem ser enquadradas como andromonoicas funcionais, onde flores de estilete curto atuam como masculinas e flores de estilete longo como hermafroditas, possuindo a capacidade de reprodução.

Palavras-chave: Solanaceae, mecanismos de autoincompatibilidade, tubos polínicos.

Paulino, Cristiane de Souza. Mestrado em Botânica. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Functional andromonoecy in species of the genus *Solanum* L. (Solanaceae). Orientadora: Cibele Cardoso de Castro. Coorientadora: Elisangela Lucia de Santana Bezerra.

ABSTRACT

The functional andromonoecy present in the genus *Solanum*, gives it a peculiar character, where hermaphrodite flowers with short stylet behave as masculine and hermaphrodite flowers with long stylet as fruit formers. With the objective of analyzing the reproductive biology of *Solanum paniculatum* L., *Solanum stramonifolium* Jacq. and *Solanum torvum* Sw., it was investigated morphofunctional aspects of its flowers and the reproductive system. The work was carried out in anthropic areas near the campus of the Federal Rural University of Pernambuco - UFRPE (8 ° 01'05 "S and 34 ° 56'48" W) and at the edge of the forest at Dois Irmãos State Park - PEDI (8 ° 07'30 "S and 34 ° 52'30" W). Pollen viability, pollen / ovule ratio, morphometry, floral biology and morphs distribution were evaluated in inflorescences / individual / species. In addition to intra and inter morphic crosses, in the manual treatments of self-pollination and cross-pollination, slides were made for analysis and pollen tube growth observation. *Solanum paniculatum* has a pale violet corolla; *S. stramonifolium* and *S. torvum* exhibit white flowers. The species have flowers that have the stylet passing the cone of the anthers and flowers in which the stylet is below the level of the anthers. In addition, they have significant morphological differences only at the stylet level, with polymorphism at the stylet level. For *S. paniculatum*, the mean value recorded was 1.2 cm (± 0.06) for long-styled flowers and 0.4 cm (± 0.06) for short-styled flowers. For *S. stramonifolium*, it was 0.9 cm (± 0.06) for flowers that have a stylet exceeding the anthers cone and 0.31 cm (± 0.07) for short-styled flowers. The species *S. torvum* was 0.9 cm (± 0.17) for long-styled flowers and 0.3 cm (± 0.07) for short-styled flowers. There is a defined pattern for the proportion of long-styled and / or short-styled flowers in an inflorescence or even in individuals, where more than 80% of flowers have stilettoes that extend beyond the anther cone. Generally, long-styled flowers of *S. stramonifolium* are found in basal positions of inflorescences and short-styled flowers in distal positions. This pattern was not observed in *S. paniculatum* and *S. torvum*. The analyzed morphs offer pollen viability above 97% and high pollen/ovum ratio. *Solanum paniculatum* and *S. stramonifolium* are self-incompatible, presenting mechanisms of gametophytic self-incompatibility. Already *S. torvum* is self-compatible. All three are considered as crossbreeds. Only the long styled flowers formed pollen tube that reached the eggs after 24h. Short-styled

flowers, however, did not form a pollen tube in any treatment. In view of the above, the species can be classified as functional andromonoic, where short stylet flowers act as male and long styloff flowers as hermaphrodite, having reproductive capacity.

Key words: Solanaceae, autoincompatibility mechanisms, pollen tubes.

INTRODUÇÃO

As Angiospermas apresentam uma grande diversidade de estratégias reprodutivas relacionadas ao seu tipo sexual (sistemas sexuais), aos padrões de cruzamentos entre indivíduos (sistemas reprodutivos) e à maneira através da qual ocorre o transporte de pólen entre flores (polinização). Todas essas estratégias têm importante influência no sucesso reprodutivo da planta e no fluxo gênico intra e interpopulacional e devem ser levadas em consideração quando se pretende compreender a estrutura e o funcionamento dos diferentes ecossistemas (STEFFAN-DEWENTER; TSCHARNTKE, 1999). Estudos da biologia reprodutiva, englobando sistemas sexuais, sistema reprodutivo e polinização (NEAL; ANDERSON, 2005) são fundamentais para a compreensão da evolução e relações ecológicas entre as espécies (WELLER et al., 1990; ANDERSON, 1995; RICHARDS, 1997; FRANCISCO-ORTEGA; SANTOS, 2001; ANDERSON et al., 2002; STUESSY et al., 2014).

Apesar do sistema sexual mais comum entre as angiospermas ser o hermafroditismo, existe uma diversidade de sistemas sexuais que englobam mecanismos temporais e/ou morfológicos de separação sexual como a protandria, a protoginia, a heterostilia, a monoícia, a dioícia e suas variações, além de controle gênico (BARRETT, 2002). *Solanum* apresenta uma variedade de sistemas sexuais e, assim como na maioria das angiospermas, o hermafroditismo é mais abundante. Entretanto, é comum a andromonoícia funcional no gênero encontrada, por exemplo, em *S. vespertilio* Ailton e *S. lidii* Sunding (DUPONT; OLESEN, 2006), onde as flores hermafroditas de estilete longo se comportam como produtoras de frutos e doadoras de pólen e as flores hermafroditas de estilete curto se comportam apenas como doadoras de pólen (SYMON, 1979; ANDERSON, 1979; COLEMAN; COLEMAN, 1982; ANDERSON; SYMON, 1989; FORNI-MARTINS; MENDES MARQUES; LEMES, 1998). Roe (1972) rotula o gênero como um “paradoxo taxonômico”, devido a sua uniformidade associada ao perianto e androceu pentâmeros, estames coniventes com anteras amareladas de deiscência poricida e diversidade morfológica extrema.

Com relação ao sistema reprodutivo, nas angiospermas é frequente a existência de mecanismos de incompatibilidade que tendem a intensificar a alogamia; já na autogamia, a reprodução aponta autocompatibilidade, podendo a polinização ocorrer pelo contato direto das estruturas reprodutivas e/ou fecundação na pré-antese. A reprodução também pode ser assexual, dirigida para apomixia (RICHARDS, 1986). Em *Solanum*, há espécies autocompatíveis, *S. melongena* L. (ZAMBON, 2015), e autoincompatíveis, *S. lycocarpum* A.

St.-Hil. (MARTINS et al., 2006). Nesta última, o mecanismo de incompatibilidade encontrado é o gametofítico (S-RNase) (KAO; TSUKAMOTO 2004).

Portanto, este trabalho se propõe a avaliar a biologia reprodutiva de três espécies de *Solanum* a partir dos aspectos morfofuncionais de suas flores e do sistema reprodutivo. Diante disso, este estudo busca responder as seguintes questões :1) As espécies seguem o padrão alogâmico já reconhecido em outras espécies do gênero? 2) Há diferença significativa a nível do estilete entre os diferentes morfos? 3) Existe mecanismo de incompatibilidade nas espécies estudadas? Qual? e 4) Qual o papel ecológico das flores dos diferentes morfos das espécies estudadas?

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sistema sexual

A grande variedade de sistemas sexuais existente em plantas tem sido um importante foco de pesquisa da biologia reprodutiva vegetal (SOARES et al., 2007). Alguns estudiosos sugerem que a diversidade de sistemas sexuais é resultado de uma pressão seletiva para o aumento da fertilização cruzada e da recombinação genética nas plantas (LEWIS, 1942; DARLINGTON, 1958; GRANT, 1958; STEBBINS, 1958; MATHER, 1973). No entanto, outras explicações são sugeridas para a evolução dos sistemas sexuais, como o aperfeiçoamento da alocação de recursos para as funções feminina e masculina das flores (MAYNARD-SMITH, 1978; BAWA, 1980; WILLSON, 1983), a seleção sexual (WILLSON, 1979; BAWA, 1980), o sistema de polinização (BAWA, 1980) e o comportamento dos polinizadores (BAWA e BEACH, 1981).

Apesar dos diferentes sistemas sexuais existentes, cerca de 80% das Angiospermas são hermafroditas (RICHARDS, 1997). Nestas, é comum a existência de adaptações para evitar a autopolinização e/ou a autofertilização como, por exemplo, a hercogamia ou dicogamia (LEWIS, 1942; BARRETT, 2002). Devido a proximidade dos verticilos reprodutivos na flor hermafrodita, muitas espécies apresentam mecanismos genéticos que previnem o endocruzamento (STONE et al., 1999). A autoincompatibilidade é o mais comum, pelo qual as plantas evitam a autofertilização, atuando como uma barreira fisiológica que dificulta ou impossibilita que uma flor seja autofertilizada mesmo que tenha sido abundantemente polinizada com o seu próprio pólen (RICHARDS, 1997). Porém, devido à possibilidade da autopolinização ocorrer até mesmo nas espécies autoincompatíveis, os

sistemas sexuais distintos do hermafroditismo podem separar a função feminina e masculina das flores, evitando os conflitos de gênero e os custos fisiológicos da autoincompatibilidade (WEBB; LLOYD, 1986; HARDER; BARRETT; COLE, 2000). Estes sistemas sexuais podem envolver separação temporal, espacial ou ambas as estratégias (WEBB; LLOYD, 1986; BERTIN, 1993).

Dentre os sistemas que visam dificultar a autopolinização, encontra-se a andromonoicéia. Sistema sexual em que cada indivíduo produz dois tipos de flores: hermafrodita (possuindo pistilo e estames) e estaminadas (carecem de pistilos totalmente desenvolvidos e/ou funcionais e não conseguem produzir frutos). A andromonoicéia é incomum, ocorrendo em menos de 2% das espécies vegetais (YAMPOLSKY; YAMPOLSKY, 1922; TRAVESET; JAKOBSSON, 2007) e provavelmente envolve ancestrais hermafroditas, através dos quais houve a transformação de flores bissexuais em flores estaminadas, aumentando a visitação de polinizadores e a produção de inflorescência maiores (BERTIN, 1982; WILLSON, 1983; SOLOMON, 1987; SPALIK, 1991). Acredita-se que, por meio de mutações, houve redução do pistilo de algumas flores perfeitas e a subsequente regulação do número de flores masculinas (SPALIK, 1991; ANDERSON; SYMON, 1989). Dessa forma, a conversão de flores hermafroditas que não frutificam em flores estaminadas não iria diminuir o sucesso feminino, nem necessariamente aumentar o esforço global reprodutivo (SCHLESSMAN et al., 2004). De acordo com modelos de alocação de recursos, a andromonoicéia ocorre em espécies em que o custo de maturação de frutos é grande e o número de flores masculinas é maior que o número de flores que podem formar frutos (ANDERSON; SYMON, 1989; SPALIK, 1991).

Por possuírem flores funcionalmente masculinas, que desprendem menos energia, espécies andromonoicas podem ter um aumento no destaque das flores e, por esta razão, na atratividade de polinizadores (ANDERSON e SYMON, 1989). Taxas de visitação de polinizadores mais elevadas podem aumentar a aptidão de várias maneiras: a) melhoria no sucesso reprodutivo masculino (melhor semente), pelo aumento da quantidade de pólen transferido para os estigmas de outras plantas; b) melhoria no sucesso reprodutivo feminino (produção de sementes), aumentando a quantidade de pólen depositada sobre os estigmas das flores hermafroditas. De acordo com Solomon (1987), essas hipóteses podem ser denominadas de pólen doador (a) e atração de polinizador (b).

A expressão sexual nestas espécies pode ser relativamente variável entre indivíduos, dentro e entre populações e ao longo do tempo, conforme a variação na disponibilidade de recursos (por exemplo, luz, água e nutrientes) (PERCIVAL, 1965). Dessa forma, a

andromonoícia é frequentemente considerada uma forma de plasticidade fenotípica. No entanto, independentemente das vantagens particulares da andromonoícia, a evolução deste sistema sexual requer a inovação no desenvolvimento de mecanismos que permitem a produção de dois tipos distintos florais.

Na família Solanaceae, a andromonoícia está bem documentada no gênero *Solanum* (WHALEN; COSTICH, 1986). Grande quantidade de espécies desse gênero possuem flores com estiletos longos (ultrapassando o cone de anteras) e curtos (no interior do cone das anteras) (COLEMAN; COLEMAN, 1982; FORNI-MARTINS; MENDES MARQUES; LEMES, 1998; BEZERRA; MACHADO, 2003), podendo ser enquadrada dentro do contexto de andromonoícia funcional. Em suma, flores com estiletos longos funcionam como hermafroditas e flores com estiletos reduzidos como masculinas (SOLOMON, 1986; ANDERSON; SYMON, 1989; EMMS, 1993; ELLE, 1998; CONNOLLY; ANDERSON, 2003; HUANG, 2003; CUEVAS; POLITO, 2004). Anderson e Symon (1989) sugeriram que a andromonoícia reduziu a autogamia em várias espécies de *Solanum* na Austrália e que os polinizadores estão mais propensos a visitar uma maior quantidade de flores de estilete curto, o que acarreta o fluxo de pólen de flores funcionalmente masculinas para flores hermafroditas, que, com o passar do tempo, pode levar a uma condição de dioícia. O aumento da expressão sexual masculina pode favorecer polinizações cruzadas através do aumento do fluxo polínico, uma vez que a função das flores que possuem estilete reduzido seria a atração de polinizadores e doação de pólen, principalmente em espécies autoincompatíveis (SYMON, 1979; MEDAN; D'AMBROGIO, 1998).

Como exemplos de espécies do gênero *Solanum* que possuem o sistema andromonoico, temos *Solanum palinacanthum* Dunai (COLEMAN; COLEMAN, 1982), *S. lycocarpum* (OLIVEIRA FILHO; OLIVEIRA, 1988), *S. stramonifolium* Jacq. (BEZERRA; MACHADO, 2003; WHALEN; COSTICH; HEISER, 1981), *S. paniculatum* L. (FORNI-MARTINS; MENDES MARQUES; LEMES, 1998), *S. torvum* Sw. (HOSSAIN, 1973), *S. vespertilio* e *S. lidii* (DUPONT; OLESEN, 2006), *S. hirtum* Vahl (DIGGLE, 1994), *S. candidum* Lindl., *S. ferox* var. *lasiocarpum* (Dunal) Miq., *S. pseudolulo* Heiser e *S. quitoense* Lam. (MILLER; DIGGLE, 2003), *S. marginatum* L. (DULBERGER; LEVY; PALEVITCH, 1981), *S. carolinense* L. (SOLOMON, 1986) e *S. vestissimum* Dunal (WHALEN; COSTICH; HEISER, 1981).

Sistema reprodutivo

O sistema reprodutivo é a forma como as espécies repassam suas informações genéticas de uma geração para outra (WRIGHT, 1921). Dessa forma, a reprodução institui-se numa das propriedades basais dos seres vivos. Dentre os objetivos, pode-se elencar a perpetuação dos sistemas vivos, a reprodução de tipos semelhantes aos ascendentes e a produção de variação suficiente para que novos indivíduos possam ser adequadamente aptos a se reproduzir e propagar seus genes (PATERNIANI, 1974).

O interesse sobre o sistema reprodutivo não é algo recente entre os pesquisadores. Acredita-se que noções de biologia reprodutiva já eram utilizadas no mundo antigo, desde os tempos de Aristóteles (PROCTOR; YEO; LACK, 1996). Contudo, de acordo com Schmid (1975), os séculos XVII e XVIII foi o período mais importante acerca da aceitação da sexualidade das plantas e a importância da polinização cruzada.

Na literatura são descritos três tipos de sistemas reprodutivos: a autogamia, a alogamia e o sistema misto ou intermediário. As espécies autógamias são aquelas capazes de se autopolinizar, contudo, podem ocorrer 5% de cruzamentos naturais. Já as espécies alógamas, são aquelas que se reproduzem via cruzamentos (pólen de outro indivíduo) podendo ocorrer, esporadicamente, autopolinizações naturais. Já as espécies mistas ou intermediárias reproduzem-se tanto por autopolinizações (naturais ou espontâneas) quanto por cruzamentos naturais, sendo que estas taxas variam de 5% a 95% (CRUDEN; LLOYD, 1995; BARRETT, 2002).

Com essa variedade de sistemas reprodutivos e para melhor entendimento, além das análises corriqueiras de polinização controlada e natural, também é de grande valia a averiguação meticulosa de aspectos como: número de grãos de pólen por antera, viabilidade dos grãos de pólen, crescimento do tubo polínico, razão de produção de grãos de pólen por óvulo, dimensões do ovário, determinação do período de receptividade estigmática, dentre outros (CRUDEN; MILLER-WARD, 1981). Essas informações auxiliam na análise do sucesso reprodutivo do vegetal e podem servir de base importante para estudos de melhoramento genético e conservação das espécies.

Vários fatores ecológicos e genéticos podem afetar os padrões de reprodução, resultando na ocorrência de endogamia nas populações e na variação temporal e espacial das taxas de cruzamento, tais como mecanismos de incompatibilidade (MURAWSKI; HAMRICK, 1992); densidade de indivíduos (HAMRICK; MURAWSKI, 1990; HALL; ORRELL; BAWA, 1994); grau de isolamento geográfico das populações (MURAWSKI;

BAWA, 1994); padrões de florescimento, tais como duração do período de florescimento, sincronia e densidade de indivíduos com flores (MURAWSKI; HAMRICK, 1991; HALL; WALKER; BAWA, 1996; FUCHS; LOBO; QUESADA, 2003).

Nas Angiospermas, existem espécies autocompatíveis e incompatíveis. Existem dois tipos principais de mecanismos de incompatibilidade (AI): gametofítica (AIG), em que a especificidade do pólen é gerada pelo alelo S do genoma haploide do grão do pólen (gametófito); e esporofítica (AIE), em que a especificidade é gerada pelo genótipo diploide da planta adulta (esporófito) que deu origem ao grão de pólen. A AIE pode ser homomórfica, quando não existem modificações florais que acompanham o processo, ou heteromórfica, quando, com o processo de AI, ocorrem modificações florais. A reação da autoincompatibilidade engloba desde o impedimento da germinação do pólen até a interrupção do crescimento do tubo polínico (HESLOP-HARRISON, 1983; DE NETTANCOURT, 1977, 1997, 2000; STONE; GORING, 2001).

Em 1986, Seavey e Bawa introduziram o termo autoincompatibilidade de ação tardia para as espécies em que tubos polínicos oriundos de autopolinizações crescem até o óvulo e, em geral, a fertilização ocorre antes da abscisão do pistilo, mas as flores não chegam a formar os frutos. Corresponde a um mecanismo no qual a reação de incompatibilidade pode ocorrer no ovário, no óvulo ou após a formação do zigoto.

Em *Solanum*, a autocompatibilidade é expressada em *S. hispidum* Pers.(BAKSH; IQBAL 1978), *S. melongena* (ZAMBON, 2015), *S. vespertilio* Aiton (ANDERSON; BERNARDELLO; SANTOS-GUERRA, 2015), *S. rostratum* Dunal (BOWERS, 1975). Já a autoincompatibilidade é evidenciada nas espécies *S. palinacanthum* (COLEMAN; COLEMAN, 1982), *S. lycocarpum* (MARTINS et al., 2006), *S. viarum* Dunal (BROCANELLI, 2011) e *S. carolinense* (WISE; CUMMINS, 2002).

Família Solanaceae A. L. Jussieu e o Gênero *Solanum* L.

A família Solanaceae compõe um dos maiores grupos dentre as plantas vasculares, contando com cerca de 100 gêneros e aproximadamente 2.500 espécies (OLMSTEAD et al., 2008). No Brasil, a família é bem representada, ocorrendo 34 gêneros e 449 espécies, sendo 215 destas endêmicas (STEHMANN et al., 2010). De acordo com APG IV (2016), Solanaceae está inclusa no clado informal Superasterides, que inclui o grande clado das Asterides.

Solanaceae é uma família de ampla distribuição geográfica, com centro de diversidade na América do Sul, principalmente ao longo da Cordilheira dos Andes e da costa do Pacífico (D'ARCY, 1991; HUNZIKER, 2001; BOHS, 2015). Outros centros de diversidade da família são o México, a América do Norte e a Austrália. As demais regiões do mundo são consideradas pobres em Solanaceae (D'ARCY, 1991). No território brasileiro, a Região Sudeste contém a maior concentração de Solanaceae (CASTELLAR; COSTA; CARVALHO, 2002). A família possui representantes herbáceos, arbustivos, arbóreos, escandentes e epifíticos (HUNZIKER, 2001). Determinados gêneros são estritamente campestres, como *Petunia* e *Calibrachoa*, cujas espécies ocorrem principalmente em campos com afloramentos rochosos e solos pedregosos (STEHMANN, 1999) e *Nierembergia* que são encontradas preferencialmente nos campos nativos (VIGNOLI-SILVA; MENTZ, 2006). Já alguns gêneros ocorrem somente em florestas, como *Capsicum* e *Brunfelsia* (SOARES, 2006; SOARES e MENTZ, 2007) e outros podem ocorrer em diversas formações vegetais, tanto campestres quanto florestais (MENTZ; OLIVEIRA, 2004; SOARES; MENTZ, 2006)

Várias espécies da família ocorrem em regiões antropizadas, sendo consideradas espécies pioneiras e colonizadoras de áreas abertas, como clareiras e bordas de florestas, áreas antropizadas, beira de estrada (STEHMANN; MENTZ, 2006). Entretanto, diferente da maioria das outras espécies com características pioneiras, as espécies de Solanaceae apresentam dispersão predominantemente zoocórica, com destaque para quiropterocoria e ornitocoria (BOHS, 1994; KNAPP, 2002; ALBUQUERQUE; VELÁZQUEZ; VASCONCELLOS-NETTO, 2006). No Novo Mundo, o gênero *Solanum*, em particular, com seus frutos relativamente nutritivos, é uma importante fonte de alimento para *Sturnira*, um morcego filostomídeo, que possui a faixa de altitude de voo semelhante a altura dos indivíduos das espécies de *Solanum* (FLEMING, 1986). Essa característica faz com que os morcegos consigam dispersar suas sementes de modo eficiente, possibilitando seu pioneirismo no processo sucessional (MUSCARELLA; FLEMING, 2008). Já referente à polinização, a família apresenta síndrome de melitofilia, ocorrendo ainda o registro de espécies polinizadas por aves, morcegos e mariposas (ALBUQUERQUE; VELÁZQUEZ; VASCONCELLOS-NETTO, 2006).

O gênero *Solanum* L. é o maior entre as Solanaceae e um dos maiores entre as plantas com sementes, com cerca de 1.400 espécies aceitas (BOHS, 2005) e 5.000 binômios publicados (NEE, 1999; FRODIN, 2004). Apresenta uma distribuição subcosmopolita, e possui o Novo Mundo como principal centro de diversidade, sendo bem representado na América tropical, incluindo o Brasil (SENDTNER, 1846), onde Nee (1999) listou 850

espécies para o gênero. No Brasil, o gênero é representado por mais de 256 espécies nativas, sendo 125 endêmicas (STEHMANN et al., 2010). Whalen (1983) discute centros de diversidade e centro de especiação para *Solanum* e sugere que muitos dos centros de diversidade são também os centros de especiação para o gênero.

O fato de *Solanum* ser um dos 20 gêneros dentre as plantas com sementes que contém mais de 1000 espécies, torna difícil seu estudo na íntegra (WEESE; BOHS, 2007). Diante disso, diversas classificações infragenéricas foram propostas, algumas formais baseadas em caracteres morfológicos e outras mais recentes informais, baseadas em dados moleculares. Uma das dificuldades para esse esclarecimento está no fato de que poucos trabalhos englobam toda a diversidade de espécies dos grupos existentes (ROE, 1972; WEESE; BOHS, 2007). Diante disso, alguns estudos estão inclinados a incluir *Cyphomandra* e *Lycopersicon* no gênero *Solanum* (BOHS, 2005, 2007; LEVIN; MYERS; BOHS, 2006; WEESE; BOHS, 2007; POCZAI; TALLER.; SZABO, 2008; SÄRKINEN; GONZÁLES.; KNAPP, 2013, 2015).

Na biologia floral e reprodutiva de espécies de *Solanum* são características bem definidas: a polinização por abelhas, a deiscência poricida das anteras e a predominância de alogamia (BUCHMANN; JONES; COLIN, 1977; SYMON, 1979). A deiscência poricida está presente em cerca de 6 a 8% das plantas com flores conhecidas, sendo que o acesso a esse pólen é severamente limitado pelos pequenos poros terminais (BUCHMANN, 1983). As espécies de *Solanum* são capazes de produzir mais de um milhão de grãos de pólen em uma única flor (ANDERSON; SYMON, 1988). A polinização, em espécies com anteras poricidas, é feita por abelhas que são hábeis na coleta de pólen, através da vibração das anteras (TEPPNER, 2005; HARTER et al., 2002; BEZERRA; MACHADO, 2003). Este comportamento é chamado de “*buzz-pollination*” ou polinização por vibração (BUCHMANN, 1983). As três categorias de abelhas que visitam flores com anteras poricidas descritas por Michener (1962), Wille (1963) e Buchmann, Jones e Colin (1977) são abelhas vibráteis, mordedoras e coletoras.

De grande importância comercial e econômica, na família destacam-se diversas espécies que apresentam usos alimentício, medicinal e ornamental (RODDICK, 1991; HAWKES, 1999). Dentre as espécies de uso comum, encontram-se a batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.), o tomate (*S. lycopersicum* L.), o tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), a berinjela (*S. melongena* L.), a pimenta (*Capsicum* spp.), as espécies utilizadas como ornamentais (*Petunia* e *Brunfelsia*) e muitas espécies que contém alcalóides que são usadas como drogas (*Nicotiana*) ou alucinógenos (*Brugmansia*, *Datura*) (SÄRKINEN; GONZÁLES.; KNAPP, 2013; BOHS, 2015).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, L. B.; VELÁZQUEZ, A.; VASCONCELLOS-NETTO, J. Composição florística de Solanaceae e suas síndromes de polinização e dispersão de sementes em florestas mesófilas neotropicais. **Interciencia**, Caracas, v.31, n.11, p. 807-816, nov.2006.

ANDERSON, G. J. Dioecious *Solanum* species of hermaphroditic origin is an example of a broad convergence. **Nature**, v. 282, p. 836-838, Dec. 1979.

_____. Systematics and reproductive biology. In: HOCH, P. C.; STEPHENSON, A. G. (Eds.). **Experimental and molecular approaches to plant biosystematics**. Monographs in Systematic Botany, Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, USA, v. 53, p. 263–272, 1995.

_____ et al. Reproductive biology and plant systematics: the growth of a symbiotic association. **Taxon**, v. 51, p. 637–653, 2002.

_____; SYMON, D. E. Insect foragers on *Solanum* flowers in Austrália. **Ann. Missouri Bot. Gard.**,v.75, p.842-852. **Evolution**, v.43, p. 204–219, 1988.

_____; _____. Functional dioecy and andromonoecy in *Solanum*. **Evolution**, v.43, p. 204–219, 1989.

_____; BERNARDELLO, G., SANTOS-GUERRA, A. Reproductive biology of *Solanum vespertilio* (Solanaceae), a zygomorphic, heterantherous, enantiostylous, and andromonoecious rare Canary Islands endemic. **Plant Syst Evol**, v.301, p. 1191–1206, 2015.

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, p.1-20, 2016.

BAKSH, S.; IQBAL, M. Floral features of *Solanum macranthum* Dun. with special reference to stylar heteromorphism and intercrossability. **Flora**, v.167,p.423-431, 1978.

BARRETT, S. C. H. The evolution of plant sexual diversity. **Nature Reviews Genetics**, v. 3, p. 274–284, 2002.

BAWA, K. S. Evolution of dioecy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 11, p. 15-39, 1980.

_____; BEACH, J. H. Evolution of sexual systems in flowering plants. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 68, p. 254-274, 1981.

BERTIN, R. I. The evolution and maintenance of andromonoecy. **Evolutionary Theory**, v. 6, p. 25-32, 1982.

_____. Incidence of monoecy and dichogamy in relation to self-fertilization in angiosperms. **American Journal of Botany**, v. 80, p. 557-560, 1993.

BEZERRA, E. L.; MACHADO, I. C. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica**, v.17, n. 2, p. 247-257, 2003.

BOHS, L. *Cyphomandra* (Solanaceae). **Flora Neotropica. Monograph**, v. 63, p. 1-175, Jul. 1994.

_____. Major clades in *Solanum* based on *ndhF* sequence data. In: KEATING, R. C. ; HOLLOWELL, V. C. ; CROAT, T. B. (Eds.). **A festschrift for William G. D'Arcy: the legacy of a taxonomist**. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, MO, v. 104, p. 27-49, 2005.

_____. Phylogeny of the *Cyphomandra* clade of the genus *Solanum* (Solanaceae) based on ITS sequence data. **Taxon**, v. 56, p. 1012-1026, 2007.

_____. Solanaceae. In: HAMMEL, B. E., ZAMORA, N.; GRAYUM, M. H. (eds.), **Manual de Plantas de Costa Rica**. Vol. VIII. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, MO and Inst. Nac. de Biodiversidad, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. Keys and descriptions for 25 genera and 174 species in Costa Rica, p. 205–336, 2015.

BOWERS, K.A.W .. The pollination ecology of *Solanum rostratum* (Solanaceae). **Amer J Bot**, v. 62, p. 633–638, 1975.

BROCANELLI, F. G. Biologia floral e sistema reprodutivo em *Solanum viarum* Dunal, e caracterização da amplitude de dieta de suas abelhas visitantes em uma área da UNESP - campus de Rio Claro. 2011. 44 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado e licenciatura - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/118414>>.

BUCHMANN, S. L.; JONES, C. E.; COLIN, L. J. Vibratile pollination of *Solanum douglasii* and *Solanum xantii* (Solanaceae) in Southern California. **The Wasman Journal Biology**, v. 35, p. 1- 25, 1977.

_____. Buzz pollination in Angiosperms. In: JONES, C.E.; LITTLE R.J. (Eds.). **Handbook of experimental pollination biology**. Van Nostrand & Reinhold, New York, 1983, p. 73-113, 1983.

CASTELLAR, A; COSTA, L. H.P; CARVALHO, L.A.F. Diversidade taxonômica das Solanáceas que ocorrem no Sudeste Brasileiro - Listagem dos táxons. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 58, p.95-109, 2002.

COLEMAN, J. R.; COLEMAN, M. A. Reproductive biology of an andromonoecious *Solanum* (*S. palinacan-thum* Dunal). **Biotropica**, v. 14, p. 69-75, 1982.

CONNOLLY, B. A.; ANDERSON, G. J. Functional significance of the androecium in staminate and hermaphroditic flowers of *Solanum carolinense* (Solanaceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 240, p. 235–243, 2003.

CRUDEN, R. W.; MILLER-WARD, S. Pollen-ovule ratio, pollen size, and the ratio of stigmatic area to the pollen-bearing area of the pollinator: an hypothesis. **Evolution**, v.35, p. 964-974, 1981.

_____; LLOYD, R.M. Embryophytes have equivalent sexual phenotypes and breeding systems: Why not a common terminology to describe them? **American Journal of Botany**, v. 82, n. 6, p. 816-825, 1995.

CUEVAS, J.; POLITO, V. S. The role of staminate flowers in the breeding system of *Olea europaea* (Oleaceae): An andromonoecious, wind-pollinated taxon. **Annals of Botany**, v. 93, p. 547–553, 2004.

D'ARCY, W. G. The Solanaceae since 1976, with a review of its biogeography. In: HAWKES, J. G.; LESTER, R.N.; NEE, M.; ESTRADA, N. (Eds.). **Solanaceae III: taxonomy, chemistry, evolution..** Royal Botanic Gardens, Kew, UK, p. 75-137, 1991.

DARLINGTON, C. D. **The evolution of genetic systems**. 2.ed., Oliver and Boyd, London, 1958.

DE NETTANCOURT, D. **Incompatibility in angiosperms**. Berlin: Springer, 1977, 230p.

_____. Incompatibility in angiosperms. **Sexual Plant Reproduction**, v. 10, p. 185-199, 1997.

_____. **Incompatibility and incongruity in wild and cultivated plants**. Berlin: Springer, 320p., 2000.

DIGGLE, P. K. The expression of andromonoecy in *Solanum hirtum* (Solanaceae): phenotypic plasticity and ontogenetic contingency. **American Journal of Botany**, v. 81, p. 1354-1365, 1994.

DULBERGER, R.; LEVY, A.; PALEVITCH, D. Andromonoecy in *Solanum marginatum*. **Botanical Gazette**, v.142, p. 259-261, 1981.

DUPONT, Y.L.; OLESEN, J.M. Andromonoecy and buzz pollination in *Solanum* species (Solanaceae) endemic to the Canary Islands. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**, v.63, p. 63-66, 2006.

ELLE, E. The quantitative genetics of sex allocation in the andromonoecious perennial, *Solanum carolinense* (L.). **Heredity**, v. 80 , p. 481- 488, 1998.

EMMS, S. K. Andromonoecy in *Zigadenus paniculatus* (Liliaceae): Spatial and temporal patterns of sex allocation. **American Journal of Botany**, v. 80, p. 914 - 923, 1993.

FLEMING, T. H.. Fecundity, fruiting pattern, and seed dispersal in *Piper amalago* (Piperaceae), a bat-dispersed tropical shrub. **Oecologia**, v. 51, p. 42-46, 1981.

FORNI-MARTINS, E.R.; MENDES MARQUES, M.C.; LEMES, M.R. Biología floral e reprodução de *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21, p. 117-124, 1998.

FRANCISCO-ORTEGA, J.; SANTOS, A. Genes y conservación de plantas vasculares. In: FERNANDEZ-PALACIOS, J.M.; ESQUIVEL, J.L.M. (eds) **Naturaleza de las islas Canarias**. Turquesa Ed., Tenerife, 2001, p. 357–365, 2001.

FRODIN, D. G. History and concepts of big plant genera. **Taxon**, v. 53, p. 753-776, 2004.

FUCHS, E. J.; LOBO, J. A.; QUESADA, M. Effects of forest fragmentation and flowering phenology on the reproductive success and mating patterns of the tropical dry forest tree *Pachira quinata*. **Conservation Biology**, v.17, n.1, p.149-157, 2003.

GRANT, V. The regulation of recombination in plants. Cold Spring Harbor Symposium on. **Quantum Biology**, v. 23, p.337-363, 1958.

HALL, P.; ORRELL, L. C.; BAWA, K. S. Genetic diversity and mating system in a tropical tree, *carapa guianensis* (meliaceae). **American Journal of Botany**, v. 81, n. 9, p. 1104-1111, 1994.

_____; WALKER, S.; BAWA, K. S. Effect of forest fragmentation on genetic diversity and mating system in tropical tree *Pithecellobium elegans*. **Conservation Biology**, v. 10, n. 3, p. 757-768, 1996.

HAMRICK, J. L.; MURAWSKI, D. A. The breeding structure of tropical tree populations. **Plant Species Biology**, v. 5, n. 1, p.157-165, 1990.

HARDER, L. D.; BARRETT, S. C. H.; COLE, W. W. The mating consequences of sexual segregation within inflorescences of flowering plants. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 267, p. 315–320, 2000.

HARTER, B.; LEISTIKOW, C.; WILMS, W.; TRUYLIO, B. ; ENGELS, W. Bees collecting pollen from flowers with poricidal anthers in a south Brazilian Araucaria forest: a community study. *Journal of Apicultural Research*, v.40 (1-2), p.9:16, 2002.

HAWKES, J. G. The economic importance of the family Solanaceae. In: NEE, M.; SYMON, D. E.; LESTER, R. N.; JESSOP, J. P. (Ed.).**Solanaceae IV**. Advances in Biology and Utilization. The Royal Botanic Gardens, London, p. 1-8, 1999.

HESLOP-HARRISON, J. Self-incompatibility: phenomenology and physiology. **Proceedings of the Royal Society of London B**, v. 218, p. 371-395, 1983.

HOSSAIN, F.L.S.M. Observations on stylar heteromorphism in *Solanum torvum* Sw. (Solanaceae). **Bot. J. Linn. Soc.**, v.66, p.291-301,1973.

HUANG, S. Q. Flower dimorphism and the maintenance of andromonoecy in *Sagittaria guyanensis* ssp. *lappula* (Alismataceae). **New Phytologist**, v. 157, p. 357- 364, 2003.

HUNZIKER, A. T. **The genera of Solanaceae**. Ruggel, Lichtenstein: A.R.G. Gantner Verlag, 2001.

KAO, T.; TSUKAMOTO, T. The molecular and genetic bases of S-RNase-based self-incompatibility. **The Plant Cell**, Rockville, v.16, n.1, p. 72-83, 2004

KNAPP, S. Assessing patterns of plant endemism in neotropical uplands. **The Botanical Review**, v. 68, n.1, p. 22-37, 2002.

LEVIN, R.A.; MYERS, N.R.; BOHS, L. (). Phylogenetic relationships among the “Spiny Solanums” (Solanum subgenus *Leptostemonum*, Solanaceae). **Amer. J. Bot.**, v. 93(1), p.157-169, 2006.

LEWIS, D. The evolution of sex in flowering plants. **Biological Reviews**, v. 17, p. 46-67, 1942.

MARTINS, K., CHAVES, L.J., BUSO, G.S.C. ; KAGEYAMA, P.Y. Mating systems and fine-scale spatial genetic structure of *Solanum lycocarpum* St.-Hil (Solanaceae) in Brazilian Cerrado. **Conservation Genetics**, v.7,p. 957-969, 2006.

MATHER, K. **Genetical structure of populations**. Chapman and Hall, London, 1973.

MAYNARD SMITH, J. **The evolution of sex**. Cambridge University Press, Cambridge, 1978.

MEDAN, D.; D’AMBROGIO, A.C.. Reproductive biology of the andromonoecious shrub *Trevoa quinquenervia* (Rhamnaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 126, p.191-206, 1998.

MENTZ, L.A.; OLIVEIRA, P.L. *Solanum* (Solanaceae) na Região Sul do Brasil. **Pesquisas, Botânica**, v. 54, p. 1-327, 2004.

MICHENER, C. D. An interesting method of pollen collecting by bees from flowers with tubular anthers. **Revista de Biologia Tropical**, v.10, p. 167-175, 1962.

MILLER, J. S.; DIGGLE, P. K.. Diversification of andromonoecy in *Solanum* section *Lasiocarpa* (Solanaceae): the roles of phenotypic plasticity and architecture. **American Journal of Botany**, v. 90, p. 707-715, 2003.

MURAWSKI, D. A.; HANRICK, J. L. The effect of the density of flowering individuals on the mating systems of nine tropical tree species. **Heredity**, v.67, n. 2, p.167-174, 1991

_____; _____. The mating system of *Cavanillesia platanifolia* under extremes of flowering-tree density: a test of predictions. **Biotropica**, v.24, n.1, p.99-101, 1992.

_____.; DAYANANDAN, B.; BAWA, K.S. 1994. Outcrossing rates of two endemic *Shorea* species from Sri Lankan tropical rain forests. **Biotropica**, v. 26, p.23- 29.

MUSCARELLA, R.; FLEMING, T. H. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews*, Cambridge, v. 82, p. 573-590, 2008.

NEAL, P.R.; ANDERSON, G.J. Are 'mating systems' 'breeding systems' of inconsistent and confusing terminology in plant reproductive biology?: or is it the other way around? **Plant Systematics and Evolution**, v. 250, p. 173–185, 2005.

NEE, M. Synopsis of *Solanum* in the New World. In: NEE, M.; SYMON, D.E.; LESTER, R.N.; JESSOP, J.P. (EDS.). **Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization**. Kew, Royal Botanic Gardens, p. 285-333, 1999.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; OLIVEIRA, L. C. A. Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hill. (Solanaceae) em Lavras MG. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v. 11, n. 1/2, p. 23-32, 1988

OLMSTEAD, R.G. et al. A molecular phylogeny of the Solanaceae. *Taxon*, v.54, p. 1159-1181, 2008.

PATERNIANI, E. Evolução dos sistemas reprodutivos nos vegetais. **Ciência e Cultura**, v. 26, n. 5, p. 476-481, 1974.

PERCIVAL, M. S. **Floral Biology**. [S.l.]: Pergamon, 243pp, 1965.

POCZAI, P.; TALLER, J.; SZABO, I. Analysis of phylogenetic relationships in the genus *Solanum* (Solanaceae) as revealed by RAPD markers. **Plant Syst. Evol.**, v. 275, p. 59-67, 2008.

PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. Oregon, Timber Press, 1996.

RICHARDS, A. J. **Plant breeding systems**. George Allen & Unwin, London. 529p, 1986.

_____. **Plant breeding systems**. 2.ed. Chapman and Hall, London, 1997.

RODDICK, J. G. The Importance of the Solanaceae in Medicine and Drug Therapy. In: HAWKES, J.G.; LESTER, R.N.; NEE, M.; ESTRADA(Eds.). **Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution**. Royal Botanic Garden, London, Kew, p. 7-23,1991.

ROE, K. A revision of *Solanum* Section Brevantherum. **Brittonia**, v. 24, p. 239-278, 1972.

SÄRKINEN, T.S.; GONZÁLES, P.; KNAPP, S. Distribution models and species discovery: the story of a new *Solanum* species from the Peruvian Andes. **PhytoKeys** 16: 1–20,2013.

SÄRKINEN, T.S.; GONZÁLES, P.; KNAPP, S. Four new non-spiny *Solanum* (Solanaceae) species from South America. **PhytoKeys**, v.44, p.39-64, 2015.

SCHLESSMAN, M.A. et al. Functions of staminate flowers in andromonoecious *Pseudocymopterus montanus* (Apiaceae, Apioideae). **Plant Species Biology**, v. 19, p.1–12, 2004.

SCHMID, R. Two hundred years of pollination biology: an overview. **The Biologist**, v. 57, p. 26-35, 1975.

SEAVEY, S. R.; BAWA, K. J. Late-acting self-incompatibility in angiosperms. **The Botanical Review**, v. 52, p. 195-219, 1986.

SENDTNER, O. Solanaceae, Cestrinae. In: VON MARTIUS, C. F. P. (ed.). **Flora brasiliensis**. Wolf, Munich, Germany. v. 10, p. 1-227, 1846.

SOARES, A. S. C. P.; ARAÚJO, D. S. D.; SÁ, C. F. C.; SCARANO, F. R. Distribuição e frequência dos sistemas sexuais das Angiospermas da floresta semidecídua de búzios, Rj. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG, 2007.

SOARES, E. L. C. **Estudos taxonômicos em Solanaceae lenhosas no Rio Grande do Sul, Brasil**. 115 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Instituto de Biociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

_____; MENTZ, L.A. As espécies de *Solanum* subgênero *Bassovia* seção *Pachyphylla* (= *Cyphomandra* Mart. ex Sendtn. - Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, v. 57, p. 231-254, 2006.

_____; _____. O gênero *Brunfelsia* L. (Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, v. 58, p. 245-262, 2007.

SOLOMON, B. P. Sexual allocation and andromonoecy: Resource investment in male and hermaphrodite flowers of *Solanum carolinense* (Solanaceae). **American Journal of Botany**, v. 73, p. 1215-1221, 1986.

_____. The role of male flowers in *Solanum carolinense*: Pollen donors or pollinator attractors? **Evolutionary Trends in Plants**, v. 1, p. 89–93, 1987.

SPALIK, K. On evolution of andromonoecy and ‘overproduction’ of flowers: a resource allocation model. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 42, p. 325–336, 1991.

STEBBINS, G.L. Longevity, habitat and the release of genetic variability in higher plants. **Cold Spring Harbor Symposium on Quantum Biology**, v. 23, p. 365-378, 1958.

STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. **Oecologia**, v. 121, p. 432-440, 1999.

STEHMANN, J. R. **Estudos taxonômicos na tribo Nicotianeae G. Don (Solanaceae): revisão de *Petunia Jussieu*, das espécies brasileiras de *Calibrachoa La Llave & Lexarza* e o estabelecimento do novo gênero *Petuniopsis Stehmann & Semir***. 1999. 242f. Tese (Doutorado em Ciências – Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

_____.; MENTZ, L.A. Riqueza e endemismo de Solanaceae na Região Sul do Brasil. In: Mariath, J.E.A. & Santos, R.P. (orgs.). **Os avanços da Botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia e genética**. Sociedade Botânica do Brasil, Porto Alegre, p. 190-193, 2006.

_____ et al. Solanaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB014716>>. Acesso em 04 de junho de 2015.

STONE, S.L.; ARNOLDO, M.; GORING, D.R.. A breakdown of *Brassica* self-incompatibility in ARCI antisense transgenic plants. **Science**, v. 286, p. 1729-1731, 1999.

_____.; GORING, D.R.. The molecular biology of self-incompatibility in flowering plants. **Plant Cell Tissue Organ Cult**, v. 67, p. 93-114, 2001.

STUESSY, T.F. et al. Interpretation of patterns of genetic variation in endemic plant species of oceanic islands. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 174, p. 276–288, 2014.

SYMON, D.E. Sex forms in *Solanum* (Solanaceae) and the role of pollen collecting insects. In HAWKES, J.G.; LESTER, R.N. ; SKELDING, A.D. (Eds.). **The biology and taxonomy of the Solanaceae** .Academic Press, London, p. 385-397, 1979.

TEPPNER,H. Pollinators of Tomato, *Solanum lycopersicum* (Solanaceae), in Central Europe. **Phyton**, Austria, v.45, p.217-235, 2005.

TRAVESET, A.; JAKOBSSON, A. Ecology of plant reproduction: mating systems and pollination. In: PUGNAIRE, F.; VALLADARES, F. **Funcional plant ecology**. Boca Raton, Flórida, EUA: CRC Press,. p. 515-548, 2007.

VIGNOLI-SILVA, M.; MENTZ, L.A. O gênero *Nierembergia* Ruiz & Pav.(Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 61, p. 140-159, 2006.

WEBB, C.J.; LLOYD D.G.. The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in Angiosperms. I. Dichogamy. **New Zealand Journal of Botany**, v. 24, p. 135-162, 1986.

WEESE, T.; BOHS, L. A Three-Gene Phylogeny of the Genus *Solanum* (Solanaceae). **Systematic Botany**, v. 32, n. 2, p. 445-463, 2007.

WELLER, S.G. et al. Evolution of dioecy in *Schiedia* (Caryophyllaceae: Alsinoideae) in the Hawaiian islands: biogeographical and ecological factors. **Systematic Botany**, v. 15, p. 266–276, 1990.

WHALEN, M.D. Centers of diversity, sympatry and historical biogeography in the tropical plant. Genus *Solanum*. **The Biologist**, v. 65, n. 3-4, p. 78-95, 1983.

WHALEN M. D.; COSTICH D. E. Andromonoecy in *Solanum*. In: D'ARCY, W. G. [ed.], **Solanaceae: biology and systematics**, 284-302,1986.. Columbia University Press, New York, New York, USA.

WHALEN, M. D.; COSTICH, D. E.; HEISER C. B.. Taxonomy of *Solanum* section *Lasiocarpa*. *Gentes Herbarium*, v. 12, p. 41-129,1981.

WILLE, A. Behavioural adaptations of bees for pollen collecting from *Cassia* flowers. **Revista de Biologia Tropical**, v. 11, p. 205-210, 1963.

WILLSON, M. F. Sexual selection in plants. **American Naturalist**, v. 113, p. 777-790, 1979.

_____. **Plant reproductive ecology**. John Wiley & Sons, New York, 1983.

WISE, J. M.; CUMMINS, J. J. Strategies of *Solanum carolinense* for regulating maternal investment in response to foliar and floral herbivory. **The Journal of Ecology**, v.94, p. 629-636, 2002.

WRIGHT, S. Systems of mating. **Genetica**, v. 6, p. 111-178, 1921.

YAMPOLSKY, E.; YAMPOLSKY, H. Distribution of sex forms in the phanerogamic flora. **Bibliographia genet.**, v. 3, p.1-62, 1922.

ZAMBON, V. Biologia da polinização e eficácia de polinizadores em *Solanum melongena* L.(Solanaceae). Trabalho de conclusão de mestrado - Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias, 2015. Disponível em: <
<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/34/6602.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

AVALIAÇÃO DA ANDROMONOICIA FUNCIONAL EM ESPÉCIES DO GÊNERO
Solanum L.(SOLANACEAE)

Manuscrito a ser enviado ao periódico FLORA



AVALIAÇÃO DA ANDROMONOICIA FUNCIONAL EM ESPÉCIES DO GÊNERO
***Solanum* L. (SOLANACEAE)**

Cristiane de Souza Paulino^a; Elisangela Lucia de Santana Bezerra^b; Cibele Cardoso de Castro^c

^aPrograma de Pós-Graduação em Botânica - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil, cristianepaulino2004@hotmail.com

^bDepartamento de Biologia - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil, elilucia.biologia@gmail.com

^cUniversidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, Garanhuns, PE, Brasil, cibelegastro@hotmail.com

Autor para correspondência: cristianepaulino2004@hotmail.com

RESUMO – Apesar de ser bem diversificado, o sistema sexual mais comum no gênero *Solanum* é o hermafrodita. Entretanto, é comum encontrar nas espécies do gênero a andromonoiccia. O objetivo deste trabalho foi analisar a biologia reprodutiva de *Solanum paniculatum* L, *Solanum stramonifolium* Jacq. e *Solanum torvum* Sw, investigando aspectos morfofuncionais de suas flores e o sistema reprodutivo. O estudo foi realizado em áreas antropizadas nas proximidades do *campus* da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE (8°01'05"S e 34°56'48"W) e na borda da mata do Parque Estadual de Dois Irmãos - PEDI (8°07'30"S e 34°52'30"W). Foram realizadas análises de viabilidade polínica, razão pólen/óvulo, morfométricas e distribuição dos morfos nas inflorescências/indivíduo/espécie. Além de cruzamentos intra e inter morfos, nos tratamentos manual de autopolinização e polinização cruzada, sendo feitas lâminas para análise e observação do crescimento de tubos polínicos. Foram considerados dois morfos florais para as espécies analisadas: o de estilete longo (L), cujo comprimento ultrapassa o tamanho do cone das anteras; e outro com estilete curto (C), localizado abaixo do nível do cone das anteras. As três espécies apresentaram diferença significativa intra morfo apenas a nível do estilete, exibindo polimorfismo estilar. Existe um padrão definido quanto à proporção de flores de estilete longo e/ou estilete curto numa inflorescência ou mesmo nos indivíduos, onde mais de 80% das flores possuem estiletos que ultrapassam o cone das anteras. Geralmente, flores de estilete longo de *S. stramonifolium*, encontra-se em posições basais das inflorescências e as flores de estilete curto em posições distais. Esse padrão não foi observado em *S. paniculatum* e *S. torvum*. Ambos os morfos, das três espécies analisadas, apresentaram alta viabilidade polínica, acima de 97%. A razão pólen/óvulo também foi considerada alta. As espécies são consideradas alógamas, sendo que *Solanum stramonifolium* e *Solanum paniculatum* são autoincompatíveis e apresentam mecanismo de incompatibilidade gametofítica; já *Solanum torvum* é autocompatível, necessitando, todavia, da presença de polinizadores especializados para sua reprodução. Nas três espécies, apenas as flores L formaram tubos polínicos que alcançaram os óvulos após 24h. Flores C não formaram tubo polínico em nenhum tratamento. Dessa forma, as espécies podem ser consideradas como andromonóicas funcionais, onde flores C atuam como doadoras de pólen e flores L sendo hermafroditas, produzindo frutos.

Palavras-chave: andromonoiccia funcional, mecanismos de autoincompatibilidade, sistema reprodutivo.

1.INTRODUÇÃO

A biologia floral e reprodutiva de espécies de *Solanum* L., apresentam características bem definidas, como a deiscência poricida das anteras, sua polinização por abelhas através da vibração das anteras ("buzz pollination") e a predominância de alogamia (Buchmann et al., 1977; Symon, 1979). De um modo geral, o gênero *Solanum* é composto por flores hermafroditas. Contudo, pode-se encontrar uma grande variedade de formas sexuais, incluindo andromonoicida, androdioicida e dioicida (Anderson e Symon, 1989; Anderson, 1979; Coleman e Coleman, 1982; Forni-Martins et al., 1998; Symon, 1979).

A andromonoicida é um sistema sexual incomum, caracterizado por indivíduos portadores de flores hermafroditas e estaminadas, ocorrendo em aproximadamente 4.000 espécies das Angiospermas (Yampolsky e Yampolsky, 1922; Richards, 1986; Miller e Diggle, 2003; Traveset e Jakobsson, 2007). Provavelmente, este sistema envolve ancestrais hermafroditas pela transformação de flores bissexuais em flores estaminadas, aumentando a visitação de polinizadores e a produção de inflorescências maiores (Bertin, 1982; Willson, 1983; Solomon, 1987; Spalik, 1991). Acredita-se que, por meio de mutações, houve redução do pistilo de algumas flores perfeitas e a subsequente regulação do número de flores masculinas (Spalik, 1991; Anderson e Symon, 1989). Dessa forma, a conversão de flores hermafroditas que não frutificam em flores estaminadas não iria diminuir o sucesso feminino, nem necessariamente aumentar o esforço global reprodutivo (Schlessman et al., 2004).

Uma peculiaridade descrita na literatura para flores do gênero é a gradação em relação ao comprimento do estilete, sendo encontrados morfos com estilete que ultrapassam o cone das anteras e outro cujo estilete se encerra no interior do androceu (Agra et al., 2009; Bezerra e Machado, 2003; Coleman e Coleman, 1982; Forni-Martins et al., 1998), podendo ser enquadrada dentro do contexto de andromonoicida funcional. Assim, flores com estilete curto possuem papel funcional de doadoras de pólen, enquanto as flores de estilete longo são as únicas que formam frutos (Whalen e Costich, 1986; Anderson e Symon, 1989; Connolly e Anderson, 2003; Cuevas e Polito, 2004; Elle, 1998; Emms, 1993; Huang, 2003; Solomon, 1986).

Assim, este trabalho se propõe a analisar a biologia reprodutiva de três espécies de *Solanum* a partir dos aspectos morfofuncionais de suas flores e do sistema reprodutivo. Diante disso, foram levantadas as seguintes perguntas: 1) As espécies seguem o padrão alogâmico já reconhecido em outras espécies do gênero? 2) Há diferença significativa a nível do estilete

entre os diferentes morfos?3) Existe mecanismo de incompatibilidade nas espécies estudadas? Qual? e 4) Qual o papel ecológico das flores dos diferentes morfos das espécies estudadas?

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo e espécies analisadas

Os experimentos de campo foram realizados entre maio/2015 a agosto/2016 em áreas antropizadas às margens de um canal e em um terreno baldio nas proximidades do *campus* da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE (8°01'05"S e 34°56'48"W) e na borda da mata do Parque Estadual de Dois Irmãos - PEDI (8°07'30"S e 34°52'30"W). De acordo com a classificação de Köeppen (1948), o clima predominante dessas regiões é do tipo As' megatérmico tropical (tropical úmido), com precipitação pluviométrica média anual de 1501 mm e temperatura média de 26°C.

Foram selecionadas três espécies do gênero *Solanum*: *S. paniculatum* L., *S. stramonifolium* Jacq. e *S. torvum* Sw. O critério utilizado para a escolha das espécies se baseou em populações (mínimo de 3) com número expressivo de indivíduos que viabilizasse a efetivação da pesquisa.

O material botânico coletado foi devidamente processado de acordo com as técnicas usuais de herborização e, em seguida, foi depositado no Herbário Professor Vasconcelos-Sobrinho (PEUFR), do Departamento de Biologia, área de Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE.

2.2 Padrão sexual e sistema reprodutivo

Foram marcados 10 indivíduos de cada espécie a fim de observar a produção de flores/morfos/inflorescências/indivíduos, onde uma inflorescência de cada indivíduo foi acompanhada desde a abertura da primeira flor até a senescência da última. Análises morfométricas realizadas em flores coletadas aleatoriamente (N = 50/morfos/spp) serviram para estimar diâmetro da corola e comprimento médio dos estiletos e anteras.

A viabilidade polínica e a razão pólen/óvulo/espécie/morfo foram verificadas através de botões em pré-antese (N = 10 botões/morfo/spp) fixados em álcool 70%, sendo utilizada uma antera de cada botão para cada tratamento. Na verificação da viabilidade, os grãos de pólen foram corados com carmim acético a 2% (Dafni et al., 2005) e contabilizados os

primeiros 500 grãos, classificando-os como viáveis e inviáveis através da coloração ou não do conteúdo citoplasmático. Para analisar a razão pólen/óvulo, foram contados com auxílio do estereomicroscópio todos os óvulos dos botões coletados e o número de grãos de pólen produzidos, estimado através da câmara de Neubauer, seguindo a metodologia descrita por Dafni et al. (2005) com uso de ácido láctico e glicerina (3:1). O resultado obtido foi comparado com a classificação proposta por Cruden (1977) para análise do tipo de sistema reprodutivo por meio da razão pólen/óvulo.

O sistema reprodutivo das espécies foi determinado através de dados provenientes da literatura (Forni-Martins et al., 1998; Bezerra e Machado, 2003; Hossain, 1973) e confirmados com a observação do crescimento de tubos polínicos resultantes de experimentos conduzidos em campo. Além disso, para *S. torvum*, foi feito acompanhamento na formação de frutos. Os tratamentos experimentais foram realizados através do isolamento de botões em pré-antese com sacos de *voil* e/ou papel para posterior utilização nos experimentos de autopolinização manual nos dois morfos e polinização cruzada intra e inter morfo, além de autopolinização espontânea e apomixia (N=20 flores/tratamento).

Para a análise do crescimento de tubos polínicos provenientes de autopolinização manual e polinização cruzada intra e inter morfo das três espécies estudadas, os pistilos polinizados foram mantidos no próprio indivíduo e/ou em placas tipo gerbox contendo ágar gelificado a 2% e fixados *a posteriori* em FAA 70% em intervalos de 12 e 24 horas após a polinização manual. Posteriormente, este material foi observado sob microscopia de fluorescência, seguindo a técnica de Martin (1959).

2.3 Análise de dados

Para as análises de diâmetro da corola, comprimento médio dos estiletos e anteras, viabilidade polínica e distribuição dos morfos, utilizou-se o *software* Bioestat 5.0 (Ayres et al., 2007). A verificação de normalidade dos dados foi aferida pelo teste de Shapiro-Wilk (teste W). Para dados com normalidade aplicou-se o Teste T ($p < 0,05$) (diâmetro da corola de *S. Torvum* e *S. stramoniiifolium*, viabilidade polínica e distribuição dos morfos). Para os demais dados (diâmetro da corola de *S. paniculatum*, tamanho do estilete de *S. paniculatum*, *S. stramoniiifolium* e *S. torvum*, tamanho das anteras de *S. paniculatum*, *S. stramoniiifolium* e *S. torvum*) foi utilizado o Teste de Mann-Whitney ($p < 0,05$).

3.RESULTADOS

As três espécies estudadas apresentam flores hermafroditas, com cinco pétalas livres, cinco anteras amarelas, poricidas, vistosas e tubulosas, que se dispõem de tal modo a formar um cone ao redor do estigma. O estilete pode ser longo ou curto, sendo verde em ambos os casos e ovário multiovulado (Fig. 1).

Foram considerados dois morfos florais para as espécies analisadas: o de estilete longo (L), cujo comprimento ultrapassa o tamanho do cone das anteras; e outro com estilete curto (C), localizado abaixo do nível do cone das anteras (Fig. 1). As espécies apresentaram diferença significativa apenas no nível do estilete, não sendo significativamente diferentes a nível de corola e antera. Para *S. paniculatum* o valor médio registrado do estilete foi de 1,2 cm ($\pm 0,06$) para flores L e 0,4 cm ($\pm 0,06$) para flores C ($U = 0,00$; $p < 0,0001$), variando de 1,0 cm a 1,4 cm nas flores L e de 0,3 cm a 0,5 cm nas flores C. Já para *S. stramonifolium* o valor médio do estilete foi de 0,9 cm ($\pm 0,06$) para flores L e 0,3 cm ($\pm 0,07$) para flores C ($U = 0,00$; $p < 0,0001$), variando de 0,8 cm a 1,1 cm e 0,2 cm a 0,4 cm nas flores L e C, respectivamente. Quanto à espécie *S. torvum*, o valor médio do estilete foi de 0,9 cm ($\pm 0,17$) para flores L e 0,3 cm ($\pm 0,07$) para flores C, variando de 0,8 cm a 1,0 cm para flores L e 0,2 cm a 0,4 cm para flores C (Tabela 1).

Existe um padrão definido quanto à proporção de flores de estilete longo e/ou curto numa inflorescência ou mesmo nos indivíduos. Mais de 80% das flores possuem estilete ultrapassando o cone das anteras, havendo diferença significativa na distribuição das flores de estilete longo e curto dentro de cada espécie (Tabela 2). *Solanum torvum* apresentou variação de 51 a 82 flores de morfo longo e 7 a 13 flores de morfo curto nas inflorescências ($T=16,2067$; $p < 0,0001$); já *S. stramonifolium*, variou de 14 a 36 flores de morfo longo e 3 a 8 flores de morfo curto nas inflorescências ($T=8,6904$; $p < 0,0001$); e *S. paniculatum*, apresentou variação nas inflorescências de 26 a 51 flores de morfo longo e 4 a 9 de flores no morfo curto ($T=13,2194$; $p < 0,0001$).

Foi observado um modelo referente a disposição das flores de estilete curto e estilete longo na espécie *S. stramonifolium*, onde flores de estilete longo se encontram em posições basais nas inflorescências, isto é, esse fenótipo foi fixado. Somente o fenótipo das flores nas posições distais dentro das inflorescências foi plástico, pois surgiram os dois morfos no desenvolvimento da mesma, sobressaindo o morfo de estilete curto ao final do desenvolvimento da inflorescência, ou seja, quando na presença de frutos, flores de estilete curto foi mais evidente. Esse padrão não foi observado em *S. paniculatum* e *S. torvum*.

Ambos os morfos, das três espécies analisadas, apresentaram alto índice de grãos de pólen viáveis - acima de 97%, não apresentando diferenças significativas (Fig. 2). A razão pólen/óvulo foi considerada alta para as três espécies (Tabela 3).

Solanum paniculatum, *S. stramonifolium* e *S. torvum* são alógamas. Onde as duas primeiras são autoincompatíveis e a última autocompatível. *Solanum torvum* formou frutos nos dois tratamentos de polinização manual (autopolinização e polinização cruzada) e as flores com estilete curto não produziram frutos (Tabela 4).

A análise dos pistilos sob microscopia de fluorescência para as três espécies analisadas revelou que em flores de estilete curto não houve formação de tubo polínico. Após 24h da realização de polinizações cruzadas nas flores de estilete longo, para as três espécies estudadas, os tubos polínicos alcançaram os óvulos. Em *S. paniculatum* e *S. stramonifolium*, com 24h após autopolinização manual, os tubos se desenvolveram até aproximadamente 1/3 do estilete, havendo interrupção do seu crescimento, apresentando mecanismo de incompatibilidade gametofítica. Já a análise dos tubos de *S. torvum* revelou a autocompatibilidade da espécie, onde os tubos polínicos alcançaram os óvulos com 24h (Fig. 3).

4.DISCUSSÃO

As flores de *S. paniculatum*, *S. stramonifolium* e *S. torvum* podem ser classificadas como do tipo aberto, de acordo com Faegri e Van der Pijl (1971) e possuem os órgãos sexuais agrupados no centro. De acordo com Vogel (1978), o androceu tem características de flores de pólen oligândricas e produzem pólen pulverulento em grande quantidade (sendo o único recurso da flor), que é liberado pelos movimentos vibratórios dos visitantes florais.

Dados provenientes da literatura referentes a *S. paniculatum*, *S. stramonifolium* e *S. torvum* (Forni-Martins et al., 1998; Bezerra e Machado, 2003; Hossain, 1973), corroborados com as análises dos tubos polínicos conferem às espécies estudadas a condição de andromonoicas funcionais. Uma vez que apenas flores com estilete longo produzem frutos e desenvolvem tubo polínico. Já as flores de estilete curto não produzem frutos e não formam tubo polínico, mesmo possuindo ovário com óvulos, assumindo o papel ecológico de doadoras de pólen (masculinas) e servindo como atrativo para os polinizadores. O gênero *Solanum* apresenta uma grande variedade de formas florais, possuindo espécies monóicas com flores monóclinas e outras com variações referentes à andromonoiccia, androdioiccia e até dioiccia. Nos indivíduos andromonoicos, androdioicos ou dioicos, ocorrem

muitas vezes flores morfológicamente semelhantes, porém funcionalmente distintas (Anderson, 1979; Coleman e Coleman, 1982; Oliveira-Filho e Oliveira, 1988). Oliveira-Filho e Oliveira (1988) relatam que *S. lycocarpum* A. St.-Hil também possui ovários com óvulos em flores funcionalmente masculinas. Entretanto, diferentemente do observado nas espécies estudadas, esses autores observaram a penetração de tubos polínicos nos óvulos de flores funcionalmente masculinas de *S. lycocarpum*, porém estas eram sempre abortadas. Já Coleman e Coleman (1982), investigando *S. palinacanthum* Dunai, espécie também andromonoica, concluíram que os grãos de pólen nem sequer germinaram em estigmas de flores funcionalmente masculinas, confirmando os resultados encontrados em *S. paniculatum*, *S. stramonifolium* e *S. torvum*. Essa diferença morfológica da estrutura reprodutiva feminina encontrada nas espécies de *Solanum* analisadas nesse trabalho podem incluí-las na condição de polimorfismo na altura do estilete ou polimorfismo estilar (Barrett, 1998; Barrett et al., 2002), caracterizando como uma estratégia reprodutiva a partir da morfologia floral.

Durante o período de estudo de *S. paniculatum*, *S. stramonifolium* e *S. torvum*, flores de estilete longo se encontravam em maior quantidade quando comparadas as flores de estilete curto. Contudo, esse resultado contrasta com o modelo de alocação de recursos, que afirma que a andromonoiccia ocorre em espécies em que o custo de maturação de frutos é grande e o número de flores masculinas é maior que o número de flores que podem formar frutos (Anderson e Symon, 1989; Spalik, 1991). Entretanto, isso pode ser explicado pelo fato que na andromonoiccia as proporções de flores hermafroditas e estaminadas por indivíduo, é variável entre os indivíduos, entre as populações e entre os anos (Benseler, 1975; Stephenson, 1979; Primack e Lloyd, 1980; May e Spears, 1988; Andersen, 1990; Diggle, 1991, 1993, 1994). Essa variabilidade pode ser uma consequência das condições ecológicas locais (Solomon, 1985) ou pode refletir mudanças na disponibilidade de recursos (água, luz, nutrientes) para a reprodução (Stephenson, 1979; Diggle, 1991; Gibbs et al., 1999).

O surgimento de flores de estilete curto em maior quantidade no final do desenvolvimento das inflorescências observadas em *S. stramonifolium*, pode ser uma estratégia da espécie para relocar recursos para manutenção e maturação dos frutos já existentes no indivíduo, uma vez que flores de estilete curto não produzem frutos e o gasto energético não é tão dispendioso. De acordo com Diggle (1995), em uma única planta, os recursos podem ser limitados para algumas flores e outras não, e a arquitetura das inflorescências são influenciadas pela disponibilidade de recurso. Assume-se que genótipos individuais expressam fenótipos sexuais variáveis (proporções de tipos de flores) em resposta às mudanças nos recursos disponíveis para reprodução (Lloyd e Bawa, 1984; Whalen e

Costich, 1986). Assim, a andromonoiccia tem sido vista como uma forma de plasticidade fenotípica (Miller e Diggle, 2003).

Em *S. paniculatum*, *S. stramonifolium* e *S. torvum*, tanto as flores de estilete curto quanto as flores de estilete longo apresentam grande número de grãos de pólen e alta viabilidade polínica. Esses dados contrastam com o estudo de Symon (1979), onde assegura que espécies andromonoicas tendem a apresentar flores hermafroditas com grãos de pólen em menor número e com baixa qualidade. As três espécies analisadas apresentam alta razão pólen/óvulo, corroborando com o trabalho de Martins et al. (2006), os quais afirmam que a andromonoiccia provavelmente contribuiu para o grande número de doadores de pólen, pois este sistema sexual conduz a uma alta razão pólen/óvulo. Contudo, das três espécies estudadas, *S. torvum* foi a que apresentou a menor razão pólen/óvulo, podendo sugerir uma relação com a autocompatibilidade da espécie. De acordo com Cruden (1977), *S. paniculatum* e *S. stramonifolium* são enquadradas como xenógamas obrigatórias e *S. torvum* como xenógama facultativa. Elle e Meagher (2000), estudando aloenzimas, apontaram que a paternidade em *S. carolinense* L. está relacionada ao número de flores masculinas produzidas. Eles propõem que, embora as flores hermafroditas produzam pólen, o pistilo pode interferir negativamente na sua extração pelos visitantes. Assim, as flores masculinas podem ter mais pólen removido, acarretando um fluxo de pólen de flores funcionalmente masculinas para flores hermafroditas.

Solanum stramonifolium, *S. paniculatum* e *S. torvum* são alógamas, condição que pode propiciar a variabilidade genética dessas espécies. No gênero *Solanum* há espécies autógamas e alógamas (Gardé, 1959; Grun, 1961, Whalen e Anderson, 1981). A autoincompatibilidade gametofítica presente em *S. stramonifolium* e *S. paniculatum* favorece a polinização cruzada. Mecanismos de autoincompatibilidade são considerados como um dos fatores mais importantes para o sucesso evolutivo das fanerógamas (Brewbaker, 1957; Heslop-Harrison, 1983). Por outro lado, a autoincompatibilidade pode, em alguns casos, levar a uma menor proporção de frutos formados. Sutherland e Delph (1984), comparando 316 espécies, verificaram que a média de formação de frutos em espécies autocompatíveis era de 72,5% contra 22,1 % em espécies autoincompatíveis.

Apesar da presença da autocompatibilidade em *S. torvum*, esta espécie necessita de polinizadores para formação de frutos e sementes, pois o pólen só é liberado através do mecanismo de vibração das abelhas especializadas. A autocompatibilidade é conhecida por reduzir muito as chances de certas recombinações genéticas, mas podem ser vantajosas por manterem um genótipo parental com alta adaptação local, além de aumentar as chances de

sucesso na polinização quando a densidade populacional é muito baixa (Jaimes e Ramírez, 1999; McMullen, 1987; Ramírez e Brito, 1990; Richards, 1996). Além disso, a autocompatibilidade é predominante em espécies herbáceas e/ou anuais, ou relacionadas a estágios sucessionais iniciais (condição observada em *S. torvum*), isolamento biológico, fauna de polinizadores depauperada ou ineficiente (Jaimes e Ramírez, 1999), apesar de alguns autores discordarem da existência desse padrão (Feinsinger et al., 1987).

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, podemos afirmar que *S. paniculatum*, *S. stramoniiifolium* e *S. torvum* seguem o padrão alogâmico do gênero, possuindo polimorfismo estilar e apresentando diferença significativa entre os morfos a nível do estilete. A autoincompatibilidade gametofítica está presente em *S. paniculatum* e *S. stramoniiifolium*, o que eleva a variabilidade genética dessas espécies. Já *S. torvum* é autocompatível, mas necessita de polinizadores para a formação de frutos.

As espécies estudadas podem ser enquadradas como andromonoicas funcionais, pois mesmo sendo morfológicamente hermafroditas, apenas os morfos de estilete longo são capazes de produzir frutos. Já os de estilete curto, mesmo possuindo ovários com óvulos, se comportam apenas como doadores de pólen. Diante disso, somos levados a acreditar que essas espécies estão em processo de evolução, que com o passar do tempo flores funcionalmente masculinas perderão o gineceu não funcional, se tornando morfológicamente masculinas, assumindo de fato o sistema sexual andromonoico. Contudo, mais estudos são necessários para investigar que evento específico é capaz de inibir a formação de frutos nos morfos de estilete curto.

Agradecimentos - A bióloga Katarina Pimentel pela ajuda nas atividades de campo. Ao Prof. Dr. Reginaldo de Carvalho (UFRPE) por disponibilizar o microscópio de fluorescência. A Genialdo Ramos pelo auxílio no manuseio do microscópio de fluorescência. Ao CNPq pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agra, M.F., Nurit-Silva, K., Berger, L.R., 2009. Flora da Paraíba, Brasil: *Solanum* L. (Solanaceae). Acta bot. bras. 23 (3), 826-842.
- Andersen, A. N. 1990. Andromonoecy in four Australian species of *Leptospermum*. Aust J Bot, 38, 511-515.
- Anderson, G. J., 1979. Dioecious *Solanum* species of hermaphroditic origin is an example of a broad convergence. Nature. 282, 836-838.
- Anderson, G. J, Symon, D. E., 1989. Functional dioecy and andromonoecy in *Solanum*. Evolution. 43, 204–219.
- Ayres, M. et al., 2007. BIOESTAT - Aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Bio-Médicas. Ong. Mamiraua, Belém.
- Barrett, S.C.H., 1998. The evolution of mating strategies in flowering plants. Trends Plant Sci. 3(9), 335-341.
- Barrett, S.C.H., Jesson, L.K., Baker, A.M., 2002. The evolution and function of stylar polymorphisms in flowering plants. Ann. Bot. 85, 253-265.
- Benseler, R.W. 1975. Floral biology of California buckeye. Madroño, 23:41-53.
- Bertin, R. I. 1982. The evolution and maintenance of andromonoecy. Evol Theor, 6, 25–32.
- Bezerra, E. L., Machado, I. C., 2003. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Pernambuco. Acta bot. bras. 17(2), 247-257.
- Brewbaker, J.L. 1957. Pollen cytology and self-incompatibility systems In plants. J. Hered., 48, 271-277.
- Buchmann, S. L., Jones, C. E., Colin, L. J., 1977. Vibratile pollination of *Solanum douglasii* and *Solanum xantii* (Solanaceae) in Southern California. Wasmann J. Biol. 35, 1- 25,
- Coleman, J. R. e Coleman, M. A. 1982. Reproductive biology of an andromonoecious *Solanum* (*S. palinacan-thum* Dunal). Biotropica. 14, 69-75.
- Connolly, B. A. e Anderson, G. J. 2003. Functional significance of the androecium in staminate and hermaphroditic flowers of *Solanum carolinense* (Solanaceae). Plant Syst. Evol. 240, 235–243.
- Cruden, R. W. 1977. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. Evolution. 31, 32-46.

- Cuevas, J. e Polito, V. S., 2004. The role of staminate flowers in the breeding system of *Olea europaea* (Oleaceae): An andromonoecious, wind-pollinated taxon. *Ann. Bot.* 93, 547–553.
- Dafni, A. et al., 2005. *Practical Pollination Biology*. Enviroquest Ltd., Cambridge, ON, Canada.
- Diggle, P.K. 1991. Labile sex expression in andromonoecious *Solanum hirtum*: floral morphogenesis and sex determination. *Am J Bot*, 78, 377-393.
- Diggle, P.K. 1993. Developmental plasticity, genetic variation, and the evolution of andromonoecy in *Solanum hirtum* (Solanaceae). *Am J Bot*, 80, 967-973.
- Diggle, P.K. 1994. The expression of andromonoecy in *Solanum hirtum* (Solanaceae): phenotypic plasticity and ontogenetic contingency. *Am J Bot*, 81, 1354-1365.
- Diggle, P.K. 1995. Architectural effects and the interpretation of patterns of fruit and seed development. *Annu. Rev. Ecol. Evol.*, 26, 531-552.
- Elle, E., 1998. The quantitative genetics of sex allocation in the andromonoecious perennial, *Solanum carolinense* (L.). *Heredity*. 80, 481- 488.
- Elle, E., Meagher, T. R. 2000. Sex allocation and reproductive success in the andromonoecious perennial *Solanum carolinense* (Solanaceae). II. Paternity and functional gender. *Amer Nat* ,156, 622-636.
- Emms, S. K. 1993. Andromonoecy in *Zigadenus paniculatus* (Liliaceae): Spatial and temporal patterns of sex allocation. *Am. J. Bot.* 80, 914 - 923.
- Faegri, K., Van der Pijl, I. 1971. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press, New York.
- Feinsinger, P. ,et al. 1987. Disturbance, pollination predictability and pollination success among Costa Rican cloud forest plants. *Ecology*. 68, 1294-1305.
- Forni-Martins, E.R., et al., 1998. *Biología floral e reprodução de Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) no estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 21, 117-124.
- Gardé, N.M. ,1959. Mechanisms of species isolation in tuberous *Solanum*. *Agron. Lusit.* 21, 19-42.
- Gibbs, P.E., Lewis, G.P., Lughadha, E.N. 1999. Fruit-set induced changes in the sex of flowers in *Caesalpinia calycina* (Leguminosae). *Plant Biol*, 1, 665-669.
- Grun, P. 1961. Early stages in the formation of internal barriers to gene exchange between diploid species of *Solanum*. *Am. J. Bot.* 48, 79-89.
- Heslop-Harrison, J. 1983. Self-incompatibility: phenomenology and physiology. *Proc R Soc Lond B Biol Sci.*, 218, 371-395.
- Hossain, F.L.S. M. 1973. Observations on stylar heteromorphism in *Solanum torvum* Sw. (Solanaceae). *Bot. J. Linn. Soc.*, 66, 291-301.

- Huang, S. Q., 2003. Flower dimorphism and the maintenance of andromonoecy in *Sagittaria guyanensis* ssp. *lappula* (Alismataceae). *New Phytol.* 157, 357- 364.
- Jaimes, I., Ramírez, N., 1999. Breeding systems in a secondary deciduous forest in Venezuela: The importance of life form, habitat, and pollination specificity. *Plant Syst. Evol.* 215, 23-36.
- Köppen, W. *Climatologia: con um estudo de los climas de la Tierra.* México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.
- Lloyd, D.G., Bawa, K.S. 1984. Modification of the gender of seed plants in varying conditions. *Evol Biol*, 17: 255–338.
- Martin, F.N. , 1959. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. *Stain Teach.* 34, 125-128.
- Martins, K., Chaves, L. J., Buso, G. S. C., Kageyama, P. Y. 2006. Mating system and finescale spatial genetic structure of *Solanum lycocarpum* St.Hil. (Solanaceae) in the Brazilian Cerrado. *Conserv Genet Resour*, 7, 957-969.
- May, P.G.; Spears, Jr. E. E. 1988. Andromonoecy and variation in phenotypic gender of *Passiflora incarnata* (Passifloraceae). *Am J Bot*, 75, 1830-1841.
- Mcmullen, C.K., 1987. Breeding systems of selected Galapagos Islands Angiosperms. *Am. J. Bot.* 74, 1694-1705.
- Miller, J. S., Diggle, P. K. 2003. Diversification of andromonoecy in *Solanum* section *Lasiocarpa* (Solanaceae): the roles of phenotypic plasticity and architecture. *Am J Bot*, 90, 707-715.
- Oliveira-Filho, A.T., Oliveira, L.C.A. 1988. Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) em Lavras, MG. *Rev. bras. bot.*, 11, 23-32.
- Primack, R., Lloyd, D.G. 1980. Andromonoecious in New Zealand montane shrub manuka *Leptospermum scoparium* (Myrtaceae). *Am J Bot*, 67, 361-368.
- Ramírez, N, Brito, Y. , 1990. Reproductive biology of a tropical palm swamp community in the Venezuelan Llanos. *Am. J. Bot.* 77, 1260-1271.
- Richards, A.J., 1986. *Plant breeding systems.* Allen and Unwin, London.
- Richards, A.J., 1996. Breeding systems in flowering plants and the control of variability. *Folia Geobot. Phytotx.* 31, 283-293.
- Schlessman, M.A. et al. 2004. Functions of staminate flowers in andromonoecious *Pseudocymopterus montanus* (Apiaceae, Apioideae). *Plant Species Biol*, 19, 1–12.
- Solomon, B. P. , 1985. Environmentally influenced changes in sex expression in an andromonoecious plant. *Ecology*, 66, 1321-1332.

- Solomon, B. P. , 1986. Sexual allocation and andromonoecy: Resource investment in male and hermaphrodite flowers of *Solanum carolinense* (Solanaceae). *Am. J. Bot.* 73, 1215-1221.
- Solomon , B. P. 1987.The role of male flowers in *Solanum carolinense*: Pollen donors or pollinator attractors? *Evol Trend Plant*, 1: 89–93.
- Spalik, K. 1991. On evolution of andromonoecy and ‘overproduction’ of flowers: a resource allocation model. *Biol J Linn Soc*, 42, 325–336.
- Stephenson, A.G. 1979.An evolutionary examination of floral display in *Catalpa speciosa* (Bignoniaceae). *Evolution*, 33, 1200-1209.
- Sutherland, S., Delph, L. 1984.On the importance of male fitness in plants. *Ecology*, 65, 1093-1104.
- Symon, D.E. , 1979. Sex forms in *Solanum* (Solanaceae) and the role of pollen collecting insects. In: Hawkes, J.G. et al.(Eds.). *The biology and taxonomy of the Solanaceae* .Academic Press, London, pp. 385-397.
- Traveset, A., Jakobsson, A. 2007. Ecology of plant reproduction: mating systems and pollination. In: Pugnaire, F., Valladares, F. *Funcional plant ecology*. Boca Raton, Flórida, EUA: CRC Press, 515-548.
- Vogel, S., 1978. Evolutionary shifts from reward to deception in pollen flowers. In: *The Pollination of Flowers by Insects*. Linnean Soc. Symp. Series .6, 89-96.
- Whalen, M.D. , Anderson, G.J. 1981. Distribution of gametophytic self-incompatibility and infrageneric classification in *Solanum*. *Taxon*, 30,761-767.
- Whalen M. D., Costich D. E. 1986.Andromonoecy in *Solanum*. In: D'ARCY, W. G. [ed.], *Solanaceae: biology and systematics*, 284-302. Columbia University Press, New York, New York, USA.
- Willson, M. F.1983. *Plant Reproductive Ecology*. John Wiley e Sons, New York.
- Yampolsky, E.; Yampolsky, H. 1922.Distribution of sex forms in the phanerogamic flora. *Bibliographia genet.*, 3, 1–62.

Tabela 1. Valores médios (cm) e desvio padrão do diâmetro da corola, do comprimento do cone das anteras e do comprimento do estilete em flores de *Solanum paniculatum*, *Solanum stramonifolium* e *Solanum torvum* em áreas antropizadas próximas à Universidade Federal Rural de Pernambuco¹ e no Parque Estadual de Dois Irmãos² L: morfo de estilete longo; C: morfo de estilete curto. (\pm desvio padrão).

Espécie	Morfo	Corola	Antera	Estilete
<i>S. paniculatum</i> ¹	L	**2,9 \pm 0,29 ^a	**0,9 \pm 0,07 ^a	**1,2 \pm 0,06 ^a
	C	**2,8 \pm 0,31 ^a	**0,9 \pm 0,06 ^a	**0,4 \pm 0,06 ^b
<i>S. stramonifolium</i> ²	L	**2,4 \pm 0,31 ^a	**0,7 \pm 0,04 ^a	*0,9 \pm 0,06 ^a
	C	**2,4 \pm 0,32 ^a	**0,7 \pm 0,03 ^a	*0,3 \pm 0,07 ^b
<i>S. torvum</i> ¹	L	*2,5 \pm 0,37 ^a	**0,5 \pm 0,05 ^a	**0,9 \pm 0,17 ^a
	C	*2,4 \pm 0,32 ^a	**0,5 \pm 0,06 ^a	**0,3 \pm 0,07 ^b

As letras sobrescritas (a,b) indicam diferença significativa entre as amostras. * Teste T ($p < 0,0001$).

**Teste de Mann-Whitney ($p < 0,0001$).

Tabela 2. Distribuição dos morfos de estilete longo e estilete curto nas inflorescências de *Solanum paniculatum*, *Solanum stramonifolium* e *Solanum torvum* em áreas antropizadas próximas à Universidade Federal Rural de Pernambuco¹ e no Parque Estadual de Dois Irmãos². L: morfo de estilete longo; C: morfo de estilete curto.

Espécie	Morfo	%
<i>Solanum paniculatum</i> ¹	L	86 ^a
	C	14 ^b
<i>Solanum stramonifolium</i> ²	L	82,1 ^a
	C	17,9 ^b
<i>Solanum torvum</i> ¹	L	87,7 ^a
	C	12,3 ^b

As letras sobrescritas (a,b) indicam diferença significativa entre as amostras. Teste T ($p < 0,0001$).

Tabela 3. Razão pólen/óvulo de *Solanum paniculatum*, *Solanum stramonifolium* e *Solanum torvum* em áreas antropizadas próximas à Universidade Federal Rural de Pernambuco¹ e no Parque Estadual de Dois Irmãos². L: morfo de estilete longo; C: morfo de estilete curto.

Espécie	Morfo	Graços de pólen/flor	Óvulos/flor	Razão P/O
<i>S. paniculatum</i> ¹	L	1.577.500	95,3	16.552
	C	1.567.500	92,7	16.909
<i>S. stramonifolium</i> ²	L	2.115.000	99,7	21.213
	C	2.050.000	94,7	21.647
<i>S. torvum</i> ¹	L	1.230.000	311	3.955
	C	1.162.500	309,7	3.754

Tabela 4. Experimentos realizados nas flores de *Solanum torvum* em áreas antropizadas próximas à Universidade Federal Rural de Pernambuco e classificação quanto ao sistema reprodutivo das espécies analisadas com base na literatura. L: morfo de estilete longo; C: morfo de estilete curto.

Procedimento	Morfo	Nº de flores	Frutos formados (%)	Sistema reprodutivo
Apomixia	L	14	0	-
	C	12	0	-
Autopolinização espontânea	L	10	0	-
	C	11	0	-
Autopolinização manual	L	12	91,7	-
	C	13	0	-
Polinização cruzada	*LxL**	16	37,5	-
	*LxC**	8	0	-
	*CxL**	5	20	-
	*CxC**	7	0	-
Controle	L	20	45	-
	C	20	0	-
<i>Solanum paniculatum</i> ¹	-	-	-	Autoincompatível
<i>Solanum stramonifolium</i> ²	-	-	-	Autoincompatível
<i>Solanum torvum</i> ³				Autocompatível

¹Forni-Martins, et al., 1998.; ² Bezerra; Machado, 2003; ³Hossain (1973) *doador de pólen,**receptor de pólen

LEGENDA DAS FIGURAS

Figura 1. Estrutura floral evidenciando os morfos longo (setas 2) e curto (setas 1): A - *Solanum torvum*; B – *Solanum paniculatum*; C e D – *Solanum stramonifolium* (C – morfo curto e D – morfo longo) em áreas antropizadas próximas à Universidade Federal Rural de Pernambuco e no Parque Estadual de Dois Irmãos.

Figura 2. Viabilidade polínica de *Solanum paniculatum*, *Solanum stramonifolium* e *Solanum torvum* em áreas antropizadas próximas à Universidade Federal Rural de Pernambuco e no Parque Estadual de Dois Irmãos. A letra "a" representa a ausência de diferença significativa dos dados de viabilidade polínica ao $p < 0,05$ a partir do Teste T. L: morfo de estilete longo; C: morfo de estilete curto.

Figura 3. Germinação de tubos polínicos 24h após tratamentos de polinização controlados em áreas antropizadas próximas à Universidade Federal Rural de Pernambuco e no Parque Estadual de Dois Irmãos. A e B – *Solanum stramonifolium* (polinização cruzada), C e D – *Solanum paniculatum* (polinização cruzada); E e F- *Solanum torvum* (autopolinização). Em A, C e F observa-se o crescimento do tubo através do estile; em B, D e E, tubo polínico penetrando o óvulo (A, C, D aumento 10x; B, E, F aumento 20x) Barra de 50 μ m.

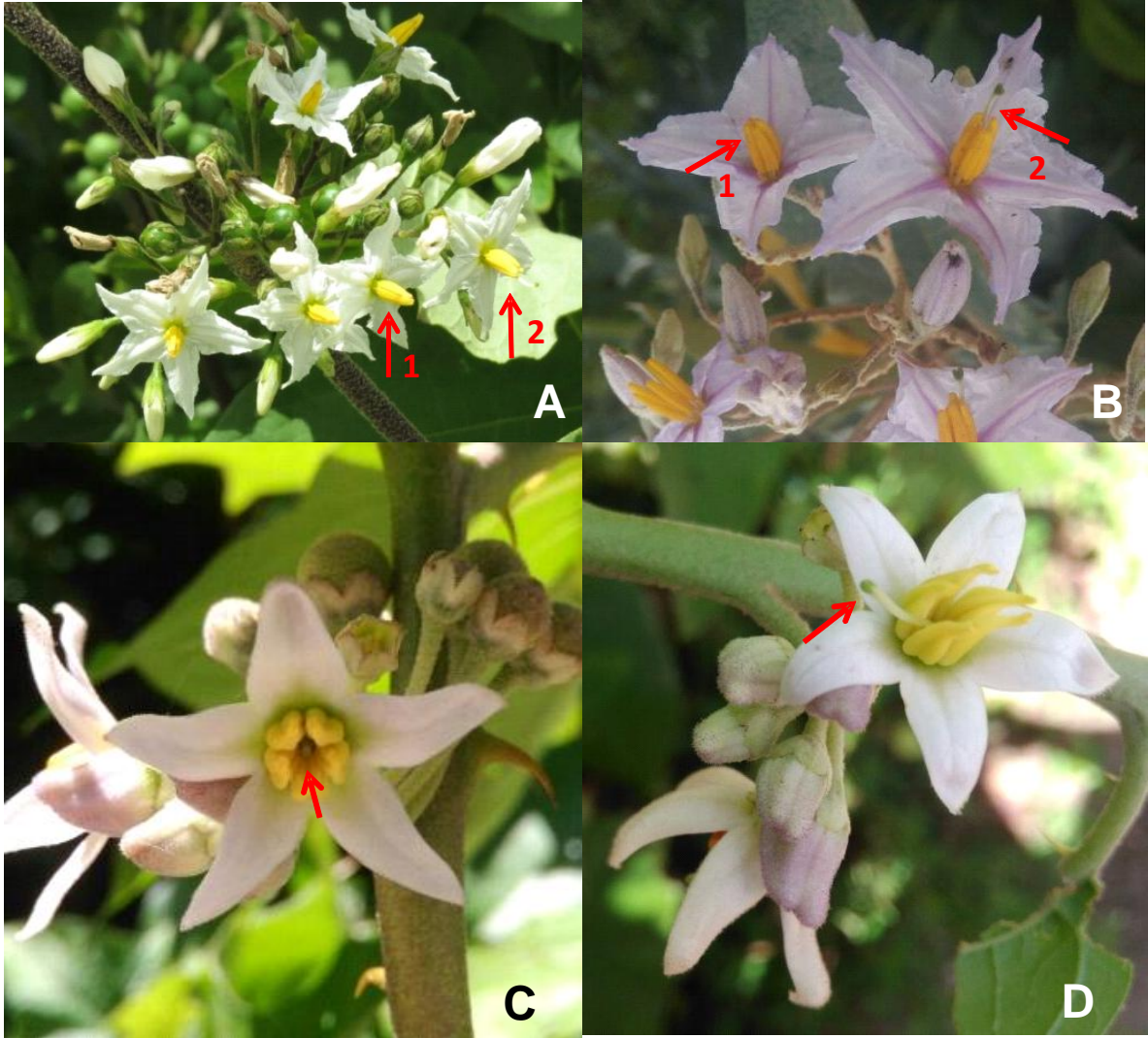


Figura 1

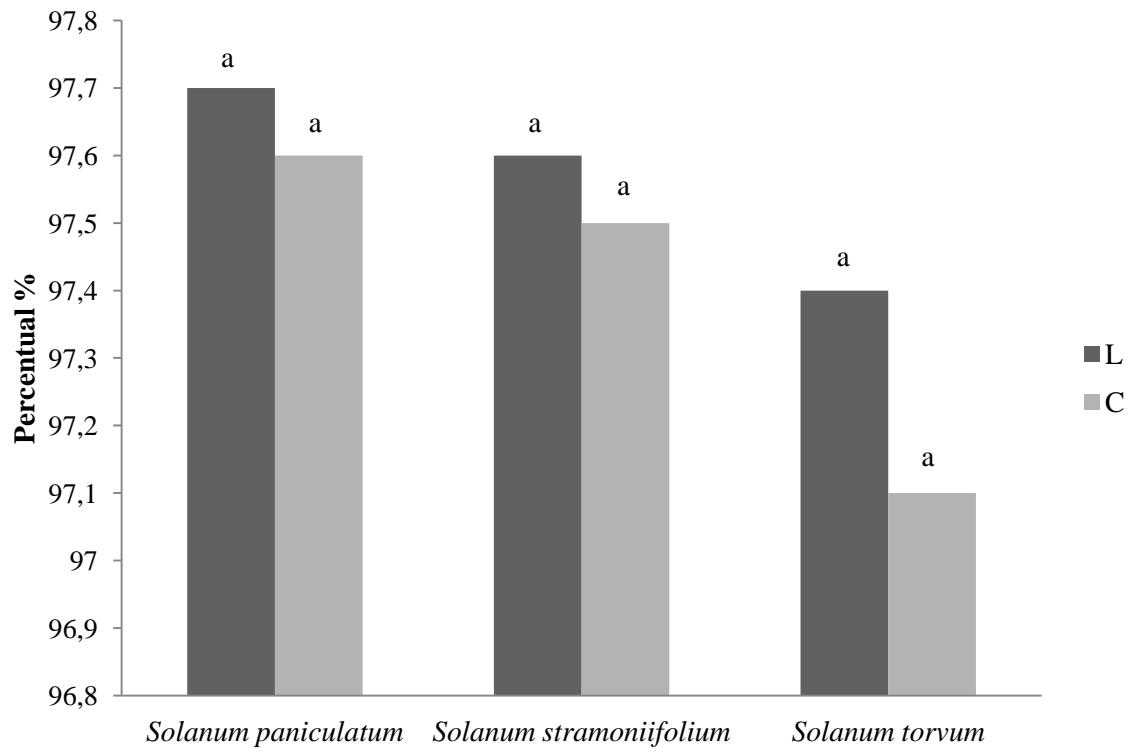


Figura 2

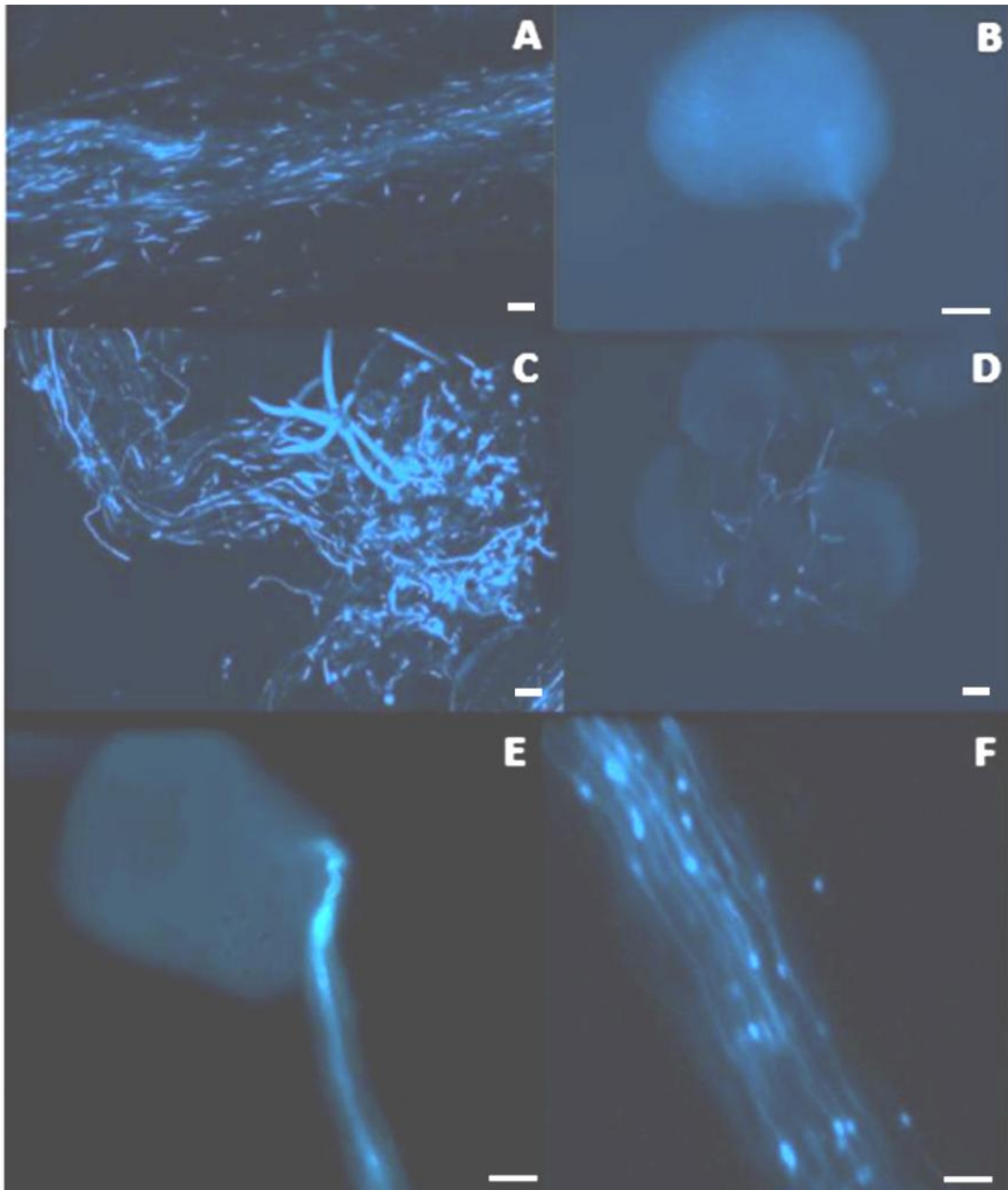


Figura 3

ANEXOS

Normas para autores - revista Flora

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- Relevant declarations of interest have been made
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

Declaration of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. [More information](#).

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' section of our ethics policy for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically

without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [CrossCheck](#).

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Article transfer service

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. Please note that your article will be reviewed again by the new journal. [More information](#).

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research

and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the Open Access Publication Fee. Details of [existing agreements](#) are available online.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our [universal access programs](#).
- No open access publication fee payable by authors.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following [Creative Commons user licenses](#):

Creative Commons Attribution (CC BY)

Lets others distribute and copy the article, create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), include in a collective work (such as an anthology), text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The open access publication fee for this journal is **USD 1500**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <http://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Green open access

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our [green open access page](#) for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author

communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form.

This journal has an embargo period of 12 months.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's WebShop.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Submit your article

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/flora>.

Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our [Support site](#). Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Guide to Publishing with Elsevier](#)). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Number pages and lines consecutively throughout the manuscript.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- ***Title.*** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- ***Author names and affiliations.*** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- ***Corresponding author.*** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- ***Present/permanent address.*** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements: [Illustration Service](#).

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using British spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Nomenclature and taxonomic reference

If you have a small number of species (or vegetation units), please indicate full names and authorships upon first appearance in the text, and skip authors thereafter. In case of a large number of species names (or vegetation units), refer to a standard source for nomenclature such as a checklist or a flora. References (in FLORA format) may be added following the keywords, see example below. Do not use author citation for names in the text if they are given in the nomenclature source. **Nomenclature:** Stace (2010) for vascular plants; Hill et al. (2006) for mosses.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted

article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Illustration services

[Elsevier's WebShop](#) offers Illustration Services to authors preparing to submit a manuscript but concerned about the quality of the images accompanying their article. Elsevier's expert illustrators can produce scientific, technical and medical-style images, as well as a full range of charts, tables and graphs. Image 'polishing' is also available, where our illustrators take your image(s) and improve them to a professional standard. Please visit the website to find out more.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure, and add them at the very end of the manuscript file. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication and a copy of the title page of the relevant article must be submitted.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#) and [Zotero](#), as well as [EndNote](#). Using the word processor plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/flora>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
 2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
 3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.
- Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) have recently shown'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK.

<http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13.03.03).

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the [List of Title Word Abbreviations](#).

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article.

This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary material

Supplementary material can support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Please note that such items are published online exactly as they are submitted; there is no typesetting involved (supplementary data supplied as an Excel file or as a PowerPoint slide will appear as such online). Please submit the material together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. If you wish to make any changes to supplementary data during any stage of the process, then please make sure to provide an updated file, and do not annotate any corrections on a previous version. Please also make sure to switch off the 'Track Changes' option in any Microsoft Office files as these will appear in the published supplementary file(s). For more detailed instructions please visit our [artwork instruction pages](#).