

ASPECTOS REPRODUTIVOS DE PLANTAS DO ECOSISTEMA

VEREDA

Danila Moreira Silva

Montes Claros - MG
Fevereiro - 2021

Mestranda: Danila Moreira Silva

ASPECTOS REPRODUTIVOS DE PLANTAS DO ECOSISTEMA

VEREDA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Curso de Mestrado Acadêmico em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof. Dr. Islaine Franciely P. Azevedo

Coorientadoras: Prof. Dr. Yule Roberta Ferreira Nunes / Prof. Dr. Rúbia Santos Fonseca

Montes Claros - MG
Fevereiro - 2021

Ficha Catalográfica elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
UNIMONTES

S586a Silva, Danila Moreira.
Aspectos reprodutivos de plantas do ecossistema vereda [manuscrito] / Danila Moreira Silva. – Montes Claros, 2021.
75 f. : il.

Inclui Bibliografia.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada /PPGBOT , 2021.

Orientadora: Profa. Dra. Islaine Franciely Pinheiro Azevedo.

Coorientadora: Profa. Dra. Yule Roberta Ferreira Nunes.

Coorientadora: Profa. Dra. Rúbia Santos Fonseca.

1. Cerrado. 2. Floresta higrófila. 3. Biologia reprodutiva. 4. Hermafroditismo. 5. Alogamia. I. Azevedo, Islaine Franciely Pinheiro. II. Nunes, Yule Roberta Ferreira. III. Fonseca, Rúbia Santos. IV. Universidade Estadual de Montes Claros. V. Título.

Mestranda: Danila Moreira Silva

ASPECTOS REPRODUTIVOS DE PLANTAS DO ECOSISTEMA

VEREDA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Curso de Mestrado Acadêmico em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 25 de Fevereiro de 2021

Prof. Dr. Islaine Franciely P. Azevedo – UNIMONTES

Prof. Dr. André Rodrigo Rech – UFVJM

Prof. Dr. Camila Silveira de Souza - UNIMONTES



Islaine Franciely P. Azevedo

Montes Claros - MG
Fevereiro - 2021

AGRADECIMENTOS

Chegamos ao final da construção desse trabalho. Foram momentos de esforço, aprendizado, dedicação e cansaço. Para chegar até aqui, muitas pessoas contribuíram de alguma forma para realização dessa pesquisa, gratidão a todos. Agradeço: ao Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (Sítio PELD-VERE) e a CAPES pela concessão da bolsa de estudo. Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada pela formação acadêmica. Às minhas coorientadoras Yule Roberta Ferreira Nunes e Rúbia Santos Fonseca, e minha coautora Andressa pelo empenho na execução dessa pesquisa. Agradecimento especial a minha orientadora Islaine Franciely Pinheiro de Azevedo por todo conhecimento repassado, pelo compromisso, determinação e disposição para realização desse trabalho, pela paciência e incentivo. Às minhas colegas de turma, que dividiram além da sala de aula, altas risadas com um toque de cerveja. Vivenciamos momentos de descontração com nossos encontros (Nara, Priscila e Eliane) que energia boa. A minha amiga Leliane que é uma irmã que o mestrado me presenteou, obrigada pela acolhida e por todos os momentos divididos comigo. Agradeço a todos os estagiários do Laboratório de Ecologia Vegetal pela colaboração, favores prestados, pelos conselhos e companhia nas viagens a campo. Ao Alysson pelas imagens mostrando os meus resultados. As espécies de plantas da Vereda Almescla por proporcionar resultados incríveis, mostrando toda a beleza dessa fitofisionomia e a persistência dessas espécies no ambiente. Às minhas colegas de república, por suportarem meu estresse, choro, crises de ansiedade e por toda assistência. A minha maior gratidão à minha família, obrigada por acreditarem nos meus sonhos, serem os maiores incentivadores e por serem a minha base de afeto, fé, esperança e humildade. A minha irmã Camila, que mesmo distante esteve sempre presente em pensamentos, ligações, minha eterna conselheira e confidente. Ao amigo Nailton

por toda paciência comigo, por ouvir minhas lamentações, pelos puchões de orelha e pelas suas orações. Às minhas amigas Andriele e Patrícia que estão longe, mas torcem pela minha felicidade. Minha eterna gratidão!

RESUMO

ASPECTOS REPRODUTIVOS DE PLANTAS DO ECOSISTEMA VEREDA

Espécies vegetais apresentam uma variedade de aspectos reprodutivos que são fundamentais no seu processo evolutivo e na capacidade de viver em ambientes diversificados. Entre esses aspectos, a ocorrência e distribuição dos sistemas sexuais e reprodutivos, estratégias reprodutivas e interações com o polinizador dependem da história de vida da planta, incluindo seu hábitat e hábito e até mesmo o grau de conservação da área. Deste modo, buscamos identificar a ocorrência e abundância dos sistemas sexuais e reprodutivos, caracterizando os aspectos reprodutivos das plantas do ecossistema vereda, considerando a composição florística e particularidades do ambiente. O estudo foi realizado na Vereda Almescla, inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Pandeiros, município de Bonito de Minas, Norte de Minas Gerais, Brasil. As espécies foram selecionadas de acordo com um trabalho fitossociológico realizado na área em 2017, com o método de parcelas, alocadas em transectos ao longo da vereda. Para determinar os sistemas sexuais e reprodutivos foram realizadas coletas de flores e tratamentos de polinização entre março de 2018 e dezembro de 2019. Para caracterização dos sistemas sexuais as espécies foram classificadas em hermafrodita, dioica e monoica. Os sistemas reprodutivos avaliados foram apomixia, alogamia e autogamia. Para determinar os sistemas reprodutivos de sete espécies foram feitos os tratamentos de polinização aberta, autopolinização espontânea e apomixia. Para as demais espécies, a classificação do sistema reprodutivo foi feita com base na literatura, com a determinação do sistema sexual e com presença de barreiras à autopolinização. Das 57 espécies registradas na área de estudo, foi possível avaliar os aspectos reprodutivos de 45 espécies, cerca de 80% da flora identificada. O sistema sexual que predominou foi o hermafrodita com 71%, seguido da dioica com 29%. O sistema reprodutivo que predominou foi o alógamo, registrado em 30 espécies, seguido da autogamia em apenas cinco espécies e a apomixia em três espécies do gênero *Miconia*. A Análise dos Componentes Principais (PCA) demonstrou a relação da distribuição dos sistemas sexuais e reprodutivos das plantas estudadas com os diferentes hábitats e hábitos, com o predomínio da dioica e alogamia entre as espécies arbóreas e no ambiente de floresta e do hermafroditismo, a autogamia e apomixia entre as espécies arbustivas e na área aberta. A ocorrência e distribuição dos sistemas sexuais e reprodutivos no ecossistema vereda corrobora com outros estudos realizados em florestas tropicais e formações vegetais de alguns dos biomas brasileiros. Nossos resultados demonstram que apesar da maioria das espécies serem hermafroditas, elas apresentam estratégias e mecanismos que favorecem a alogamia como sistema reprodutivo e portanto, são dependentes de polinizadores.

Palavras-chave: Cerrado, floresta higrófila, biologia reprodutiva, hermafroditismo, alogamia

ABSTRACT

REPRODUCTIVE ASPECTS OF PLANTS OF THE VEREDA ECOSYSTEM

Plant species have a variety of reproductive aspects that are fundamental to their evolutionary process and the ability to live in diverse environments. Among these aspects, the occurrence and distribution of sexual and reproductive systems, reproductive strategies and interactions with the pollinator depend on the life history of the plant, including its habitat and habit and even the degree of conservation of the area. In this way, we seek to identify the occurrence and abundance of sexual and reproductive systems, characterizing the reproductive aspects of plants in the vereda ecosystem, considering the floristic composition and particularities of the environment. The study area was a vereda located in the Pandeiros River Environmental Protection Area (APA Pandeiros), in the municipality of Bonito de Minas, in northern Minas Gerais State, Brazil. The species were selected according to a phytosociological study carried out in the area in 2017, using the plot method, allocated in transects along the path. To determine the sexual and reproductive systems, flower collections and pollination treatments were carried out between march 2018 and december 2019. To characterize the sexual systems, the species were classified as hermaphrodite, dioica and monoica. The reproductive systems evaluated were apomixis, allogamy and autogamy. To determine the reproductive systems of seven species, open pollination, spontaneous self-pollination and apomixis treatments were performed. For the other species, the classification of the reproductive system was made based on the literature, with the determination of the sexual system and with the presence of barriers to self-pollination. Of the 57 species recorded in the study area, it was possible to evaluate the reproductive aspects of 45 species, about 80% of the identified flora. The predominant sexual system was hermaphrodite with 71%, followed by dioicia with 29%. The predominant reproductive system was the alogamus, registered in 30 species, followed by autogamy in only five species and apomixis in three species of the genus *Miconia*. The Principal Component Analysis (PCA) confirmed the relationship between the distribution of the sexual and reproductive systems of the plants studied with the different habitats and habits, with the predominance of dioicia and allogamy among tree species and in the forest and hermaphroditism environment, autogamy and apomixis among shrub species and in the open area. The occurrence and distribution of sexual and reproductive systems in the vereda ecosystem corroborates with other studies carried out in tropical forests and plant formations in some of the Brazilian biomes. Our results demonstrate that although most species are hermaphroditic, they present strategies and mechanisms that favor allogamy as a reproductive system and are therefore dependent on pollinators.

Key words: Cerrado, hygrophilous forest, reproductive biology, hermaphroditism, allogamy

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
MATERIAL E MÉTODOS	17
RESULTADOS.....	20
DISCUSSÃO.....	22
FINANCIAMENTO	28
AGRADECIMENTO	28
LITERATURA CITADA	29
Lista de legendas para figuras	41
ANEXO 1.....	49

Artigo formatado de acordo com a Revista Annals of Botany

Aspectos reprodutivos de plantas do ecossistema vereda

Danila Moreira Silva

Andressa Laís Lacerda Luna

Yule Roberta Ferreira Nunes

Rúbia Santos Fonseca

Islaine Franciely Pinheiro de Azevedo

1 **ASPECTOS REPRODUTIVOS DE PLANTAS DO ECOSISTEMA VEREDA**

2

3 **Danila Moreira Silva^{1*}, Andressa Laís Lacerda Luna², Yule Roberta Ferreira Nunes⁴,**

4 **Rúbia Santos Fonseca³, Islaine Francielly Pinheiro de Azevedo⁴**

5

6 ¹Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada - Universidade Estadual de Montes
7 Claros – Minas Gerais/Brasil; ²Ciências Biológicas Bacharelado - Universidade Estadual de
8 Montes Claros – Minas Gerais/Brasil; ⁴Centro de Ciências Biológicas e da
9 Saúde/Departamento de Biologia Geral - Universidade Estadual de Montes Claros, Brasil.
10 Avenida Dr. Ruy Braga, S/N – Bairro Vila Mauricéia – Montes Claros – Minas Gerais.
11 39401-089, Brasil; ³Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias.
12 Avenida Universitária, 1000 - Bairro Universitário - Montes Claros - Minas Gerais. 39400-
13 006, Brasil.

14

15 *Endereço para correspondência: E-mail danymoreira20@gmail.com

16

- 1 • **Introdução e Objetivos** O processo de reprodução das plantas envolve uma
2 diversidade de aspectos fundamentais na sua capacidade de sobreviverem em
3 ambientes diversificados e determinar a composição vegetal. A ocorrência e a
4 distribuição desses aspectos dentro do ecossistema podem estar relacionadas às formas
5 de vida das plantas, à preferência por determinados ambientes, ao papel do polinizador
6 e até mesmo ao grau de conservação da área. Assim, buscamos caracterizar os
7 aspectos reprodutivos das plantas deste ecossistema, considerando a composição
8 florística e as particularidades do ambiente.
- 9 • **Métodos** Para determinar o sistema sexual e reprodutivo, entre março de 2018 à
10 dezembro de 2019, foram feitas análises da morfologia floral e realizados tratamentos
11 de polinização aberta e autopolinização, avaliação da presença de barreiras e
12 estratégias que impedem a autopolinização. Também foram utilizados dados da
13 literatura. Os sistemas sexuais considerados para esse estudo foram hermafroditismo,
14 dioícia e monoícia e os sistemas reprodutivos foram apomixia, autogamia e alogamia.
15 Ainda foram avaliadas as estratégias reprodutivas para promoção da polinização
16 cruzada.
- 17 • **Principais Resultados** O sistema sexual que predominou foi o hermafroditismo
18 (71%), seguido da dioícia (29%). O sistema reprodutivo que predominou foi o
19 alógamo, registrado em 30 espécies, seguido da autogamia (cinco espécies), e a
20 apomixia, que foi registrada em três espécies do gênero *Miconia*. Foi confirmada a
21 relação da distribuição dos sistemas sexuais e reprodutivos com os diferentes habitats
22 e hábitos, com o predomínio da dioícia e alogamia entre as espécies arbóreas e no
23 ambiente de floresta, e do hermafroditismo, a autogamia e apomixia entre as espécies
24 arbustivas e da área aberta.

1 **Conclusões** Apesar da maioria das espécies desse ambiente serem hermafroditas, elas
2 apresentam diversas estratégias reprodutivas que favorecem a alogamia e portanto, as
3 tornam dependentes de vetores de pólen para a reprodução.

4 **Palavras Chaves:** Cerrado, hermafroditismo, alogamia, polinização

5

1 **INTRODUÇÃO**

2 As plantas apresentam uma grande diversidade de aspectos reprodutivos que vão
3 desde os sistemas sexuais e reprodutivos, aos atributos florais, interações com o polinizador,
4 às estratégias que promovem a reprodução e que são indispensáveis para seu processo
5 evolutivo (Barrett *et al.* 2008, Cardoso *et al.* 2018) e que influenciam padrões de distribuição
6 das espécies e a organização das comunidades vegetais (Heithaus 1974; Howe 1989; Barrett
7 2013). Os sistemas sexuais e reprodutivos estão correlacionados com a variabilidade genética
8 e o sucesso reprodutivo (Goldberg *et al.* 2017; Wang *et al.* 2020), sendo essenciais na
9 capacidade das plantas de viver em ambientes diversificados (Miranda e Vieira 2014). O
10 contrário também pode acontecer, quando os aspectos reprodutivos são influenciados por
11 modificações constantes na paisagem. O ambiente age como pressão seletiva, possibilitando a
12 diversidade de sistemas sexuais e reprodutivos encontrados entre as espécies vegetais
13 (Goldberg *et al.* 2017). Assim, as alterações na vegetação podem afetar os serviços
14 ecossistêmicos desenvolvidos pelos polinizadores e, conseqüentemente, restringir a
15 reprodução das plantas (Maués 2006; Eckert *et al.* 2010).

16 Os sistemas sexuais variam do hermafroditismo à dioícia e desempenham um
17 importante papel funcional (Barrett 2002; Barrett e Hough 2012; Elzinga e Varga 2017).
18 Espécies hermafroditas possuem condições de realizar a autopolinização e dessa forma, de se
19 reproduzirem por autogamia. Porém, algumas espécies desenvolvem estratégias, como
20 barreiras genética, morfológica ou temporal das estruturas reprodutivas, que favorecem a
21 polinização cruzada e, conseqüentemente, a alogamia (Machado e Lopes 2004; Peng *et al.*
22 2014; Cruzam e Barrett 2016). Aspectos da biologia floral como odor, cor, horário de antese,
23 também funcionam como estratégias reprodutivas e estão intimamente relacionados com a
24 atração de polinizadores (Kooi 2019; Wang 2019). Essas estratégias indicam que as plantas

1 evoluíram e diversificaram adaptações que viabilizem os processos reprodutivos, mantendo
2 constante a função dos polinizadores (Barrett 2010). Diferente do que ocorre na alogamia
3 (Vallejo-Marín e Uyenoyama 2004), a autogamia e apomixia são sistemas que não dependem
4 do polinizador e garantem a reprodução mesmo em ambientes desfavoráveis, proporcionando
5 a permanência das espécies em ambientes alterados (Goodwillie *et al.* 2005; Horandl 2010;
6 Pansarin e Pedro 2016; Arista *et al.* 2017). No entanto, essa condição não é favorável à longos
7 períodos, já que pode prejudicar o potencial adaptativo das espécies pela perda da
8 variabilidade genética (Montagna *et al.* 2018). Porém, a apomixia pode apresentar vantagens
9 sobre as espécies não apomíticas, por manifestar a diversidade em meios que levam a
10 variação genética e expansão geográfica, sendo as espécies apomíticas abundantes e capazes
11 de colonizar novos ambientes (Horandl e Paun 2007).

12 Em florestas tropicais, a distribuição dos sistemas sexuais e reprodutivos dentro de um
13 ecossistema depende de diversos fatores, como o hábito, hábitat dos indivíduos, seu ciclo de
14 vida, características da sua biologia floral, presença ou ausência do polinizador e, até mesmo,
15 do estado de conservação da área (Ramírez e Brito 1990; Kress e Beach 1994; Jaimes e
16 Ramírez 1999; Machado *et al.* 2006; Alonso *et al.* 2007; Amorim *et al.* 2011; Busch e Delph
17 2012; Wolowski *et al.* 2013; Peng *et al.* 2014; Perini *et al.* 2019). A diocia está comumente
18 relacionada ao hábito arbóreo, espécies com ciclo de vida longo e, que necessitam
19 obrigatoriamente, do agente polinizador (Amorim *et al.* 2011). O hermafroditismo é o sistema
20 sexual que predomina nas angiospermas (Henry *et al.* 2018), sendo mais frequente em ervas e
21 arbustos (Matallana *et al.* 2005) e favorece a autogamia (Peng *et al.* 2014). Em relação ao
22 hábitat, em áreas abertas há predomínio de indivíduos hermafroditas e autógamas e/ou
23 apomíticas, sistemas que estão fortemente associados à ambientes modificados e às plantas
24 com o ciclo de vida curto (Busch e Delph 2012).

1 O Cerrado apresenta um complexo mosaico de fitofisionomias distintas, com
2 formações savânicas e florestais (Silveira *et al.* 2013). Em áreas úmidas do Cerrado ocorre
3 uma fisionomia conhecida como vereda, que apresenta tanto formações savânicas quanto
4 florestais, onde o regime de água é o principal determinante do desenvolvimento da vegetação
5 (Meirelles *et al.* 2004; Oliveira *et al.* 2009). A composição e estrutura florística das veredas
6 vão do componente herbáceo/arbustivo, que predomina em área aberta e solo mais úmido, ao
7 componente arbóreo próximo a região de exsudação do lençol freático, em solo, geralmente,
8 permanentemente saturado (Araújo *et al.* 2002; Oliveira *et al.* 2009; Nunes *et al.* 2015). As
9 veredas são consideradas como comunidades higrófilas, marcadas pela presença da palmeira
10 *Mauritia flexuosa* L.f. (buriti) (Araújo *et al.* 2002; Oliveira *et al.* 2009; Avila *et al.* 2016;
11 Porto *et al.* 2018).

12 As veredas estão sendo descaracterizadas, com evidências de diversos tipos de
13 degradação como, por exemplo, presença de gado, drenagem do solo, queimadas e
14 desmatamento que alteram suas condições e comprometem a estrutura e composição da sua
15 vegetação (Meirelles *et al.* 2004; Avila *et al.* 2016). Nesse ecossistema, as áreas abertas estão
16 mais expostas as alterações antrópicas e suas espécies são as mais susceptíveis às
17 modificações do ambiente (Araújo *et al.* 2002; Oliveira *et al.* 2009), podendo apresentar
18 alterações em relação aos seus aspectos reprodutivos. Além da identificação, ocorrência e
19 abundância dos sistemas sexuais e reprodutivos, a caracterização dos aspectos reprodutivos
20 das plantas deste ecossistema, considerando a composição florística e particularidades do
21 ambiente, fornecerá informações para responder os seguintes questionamentos: (i) nas
22 veredas, onde ocorrem diferentes ambientes no mesmo ecossistema, qual o padrão de
23 distribuição dos sistemas sexuais e reprodutivos entre o hábitat e o hábito das espécies?; (ii)
24 no ambiente de área aberta, o hermafroditismo predomina, seguindo a tendência observada

1 em outros estudos?; (iii) havendo esse predomínio do hermafroditismo, quais são as
2 estratégias reprodutivas que as espécies apresentam para promover a polinização cruzada?; e
3 (iv) quais espécies do sistema dependem do polinizador para efetivar o processo de
4 reprodução?

5

6

MATERIAL E MÉTODOS

Área e espécies estudadas

8 O estudo foi realizado na Vereda Almescla (15°21'37.2" S, 44°54'45.9" O), inserida
9 na Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Pandeiros, município Bonito de Minas, Norte
10 do Estado Minas Gerais, região sudeste do Brasil (Figura 1). A fitofisionomia predominante
11 nessa área é o cerrado stricto sensu (Azevedo *et al.* 2014), com a ocorrência de extensas
12 veredas (Azevedo *et al.* 2009; Nunes *et al.* 2009; Nunes *et al.* 2015). Os solos das veredas da
13 APA do Rio Pandeiros são considerados como distróficos e arenosos, mas diferem quanto ao
14 tipo, sendo o solo da vereda Almescla o Organossolo Mésico (Nunes *et al.* 2015). O clima da
15 região é do tipo Aw, segundo a classificação de Koppen, caracterizado por uma estação seca
16 evidente no inverno e períodos de chuva definidos (Alvares *et al.* 2014). A estação chuvosa
17 ocorre entre os meses de novembro à janeiro e a estação seca se estende por 5 meses, de maio
18 à setembro (Azevedo *et al.* 2014). A precipitação média anual é de 920 mm e a temperatura
19 média de 26,8 °C (Azevedo *et al.* 2014).

20 Na região da APA do Rio Pandeiros, as veredas apresentam, na sua área aberta, com
21 solo mais seco à úmido, uma formação savânica e campestre, com predominância de espécies
22 herbáceas, subarbustivas/arbustivas e mais ao fundo uma floresta higrófila, composta por
23 todos os estratos e principalmente por espécies arbóreas, muitas delas de mata ciliar e cerrado
24 (Nunes *et al.* 2015; Ávila *et al.* 2016; Ávila *et al.* 2021). Para este estudo, foram selecionadas

1 todas as espécies amostradas de acordo com trabalho fitossociológico realizado na área, em
2 2017 (Nunes *et al.*; em prep.) (Tabela 1). As espécies foram amostradas em parcelas fixas,
3 distribuídas em transectos ao longo da vereda. Na área aberta, que compõe o meio da vereda,
4 foram distribuídas ao longo de dois transectos paralelos 38 parcelas de 20 m × 10 m, com 150
5 m de intervalo entre elas, totalizando 0,7 ha. Todos os indivíduos subarbustivo-arbóreos com
6 Diâmetro a Altura do Solo (DAS) \geq a 5 cm dentro dessas parcelas foram amostrados. Na
7 floresta higrófila, ao fundo da vereda, em um transecto foram alocadas 30 parcelas de 10 m x
8 20 m, com distância de 150 m entre elas, totalizando 0,6 ha. Nessas parcelas, foram
9 inventariados todos os indivíduos arbóreo-arbustivos com circunferência a altura do peito \geq a
10 15cm (CAP) a 1,30m do solo.

11

12 *Sistemas Sexuais e Reprodutivos*

13 Para determinar o sistema sexual e reprodutivo das espécies, foram realizadas coletas
14 das flores e tratamentos de polinização entre março de 2018 e dezembro de 2019. As flores
15 foram consideradas como perfeitas, estaminadas e pistiladas, para classificação do sistema
16 sexual das espécies em: hermafroditismo (flores perfeitas), dioícia (flores estaminadas e flores
17 pistiladas em indivíduos diferentes), monoícia (flores estaminadas e flores pistiladas no
18 mesmo indivíduo), de acordo com a terminologia de Sakai e Weller (1999). Não foi possível a
19 determinação da sexualidade de todas as espécies por falta de material reprodutivo. Dessa
20 forma, para 11 espécies, a sexualidade foi classificada através de consulta a literatura.

21 Os sistemas reprodutivos considerados para a classificação das espécies desse estudo
22 foram: apomixia, autogamia e alogamia. As espécies foram consideradas como autógamas
23 quando autocompatíveis, que se autopolinizam espontaneamente e, portanto, são
24 independentes de polinizadores. As alógamas são as espécies autoincompatíveis que

1 apresentam alguma barreira que impeça a autopolinização espontânea, e dependentes de
2 polinizadores (adaptado de Jaimes e Ramírez 1999).

3 O sistema reprodutivo foi avaliado em sete espécies: *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart.,
4 *Curatella americana* L., *Byrsonima pachyphylla* A. Juss., *Miconia elegans* Cogn, *Miconia*
5 *albicans* (Sw.) Triana, *Macairea radula* (Bonpl.) DC. e *Vochysia guianensi* Aubl. Foram
6 realizados tratamentos de polinização aberta (flores marcadas e deixadas expostas aos
7 polinizadores) e de autopolinização espontânea (flores ensacadas na pré-antese e mantidas
8 assim até a frutificação ou sua queda), como sugerido por Dafni *et al.* (2005). Cada
9 tratamento foi realizado em, no mínimo, cinco indivíduos por espécie e a partir de dez flores
10 por indivíduo. Para as demais espécies, a classificação do sistema reprodutivo foi feita com
11 base na literatura ou com a determinação do sistema sexual do tipo dioícia.

12 Com o objetivo de avaliar a relação da ocorrência dos sistemas sexuais
13 (hermafroditismo e dioícia) e reprodutivos (alogamia, autogamia e apomixia) das espécies
14 vegetais presentes na vereda com os habitats (floresta higrofila e área aberta) e os hábitos
15 (arbóreo, subarbuscivo e arbustivo), foi executada uma Análise de Componentes Principais
16 (PCA) a partir da função prcomp do software R (versão 3.3.3).

17

18 *Estratégias reprodutivas*

19 Para as espécies consideradas como as mais abundantes nos distintos habitats da
20 vereda Almescla, foram avaliados aspectos da biologia floral e reprodutiva para
21 caracterização de estratégias que favorecem a polinização cruzada. As espécies *Xylopia*
22 *aromatica*, *Curatella americana*, *Byrsonima pachyphylla*, *Miconia elegans*, *Miconia*
23 *albicans*, *Macairea radula* e *Vochysia guianensis*, foram as mais abundantes da área aberta da
24 vereda Almescla. As espécies *Mauritia flexuosa* L.f., *Mauritiella armata* (Mart.) Burret e

1 *Tapirira guianensis* Aubl. foram as mais abundantes da floresta higrófila. Para essas espécies,
2 os dados foram coletados *in loco*, como morfologia das flores, cor, forma da corola, presença
3 de odor, recurso oferecido ao polinizador e visualização do polinizador. As características
4 avaliadas foram o tipo de flor (inconspícua, tubo, goela, estandarte, pincel e câmara)
5 (Machado & Lopes 2004), recompensa oferecida aos polinizadores (pólen, néctar, óleo e
6 tecido floral). Usamos classes de cores semelhantes às usadas por estudos anteriores
7 (Carvalho et al. 2014). Definimos quatro classes de coloração floral: branca (flores brancas
8 e muito claras, cremes), cores quentes (flores amarelas, laranja e vermelho), cores frias (flores
9 azuis, roxas e lilás). Além da identificação de barreiras à autopolinização, como dioicía e
10 hercogamia (barreira física), protandria e protoginia (barreira temporal) e apresentação
11 secundária de pólen (ambas). Para determinar entre protoginia e protandria, tendo a dicogamia
12 como barreira temporal, foi testada a receptividade do estigma imerso em peróxido de
13 hidrogênio (H₂O₂) (Dafni e Maués 1998), além da observação do aspecto do estigma
14 apresentando brilho e substância pegajosa.

15

RESULTADOS

16 *Sistemas Sexuais e Reprodutivos*

17 Das 57 espécies registradas na área de estudo, distribuídas em 28 famílias, foi possível
18 avaliar aspectos reprodutivos de 45 espécies, representando 80% da flora identificada. Das
19 espécies estudadas, 67% são arbóreas, 31% arbustivas e 2% subarbustivas. A maioria das
20 espécies arbóreas ficou restrita ao ambiente de floresta higrófila, com exceção de *Mauritia*
21 *flexuosa*, *Mauritiella armata* e *Sloanea retusa* que ocorreram nos dois ambientes, e
22 *Hedyosmum brasiliense* e *Ilex* sp., que foram amostradas apenas na área aberta. O sistema
23 sexual predominante foi o hermafrodita, tanto entre as formas de crescimento, quanto nos

1 ambientes. Das espécies avaliadas, 71% são hermafroditas e 29% dioicas (Tabela 1). Foram
2 registrados todos os sistemas sexuais entre as espécies que ocorrem na floresta higrófila, com
3 10 espécies hermafroditas e nove espécies dióicas. Na área aberta, o hermafroditismo foi
4 registrado em 23 espécies e a dioicia em quatro. Todas as espécies dióicas do ambiente aberto
5 são arbóreas.

6 O sistema reprodutivo que predominou foi o alógamo, observado em 30 das 38
7 espécies que tiveram o sistema identificado. Esse resultado é um reflexo das estratégias que
8 muitas plantas apresentaram, pois foram consideradas como alógamas, além das espécies
9 dióicas, aquelas hermafroditas que apresentavam alguma barreira à autopolinização. A
10 autogamia foi registrada apenas para cinco espécies e a apomixia em três espécies do gênero
11 *Miconia* (Tabela 1). Foi observado, nas flores de *M. albicans* e *M. elegans*, ovário
12 intumescido com a flor ainda fechada, indicando provavelmente a ocorrência da reprodução
13 assexuada.

14 Foi observado o predomínio da dioicia entre as espécies arbóreas e no hábitat da
15 floresta higrófila. Enquanto, o hermafroditismo foi mais relacionado com as espécies
16 arbustivas e da área aberta. Além disso, a autogamia e apomixia foram relacionados com a
17 área aberta e a alogamia com a floresta higrófila (Figura 2). A PCA apresentou 100% de
18 explicação, com o primeiro eixo tendo 97,2% da explicação e o segundo eixo 2,8%.

19

20 *Estratégias reprodutivas*

21 As espécies avaliadas nos distintos hábitats da vereda apresentaram diferentes
22 estratégias, que se mostraram eficientes em evitar a autopolinização e promover a alogamia
23 como sistema reprodutivo. As espécies arbóreas e mais abundantes da floresta higrófila,
24 *Mauritia flexuosa*, *Mauritiela armata* e *Tapirira guianensis*, apresentam a dioicia, a barreira

1 mais eficiente para evitar a autopolinização (Figura 3). Como dependem obrigatoriamente da
2 atuação do polinizador para efetuar a polinização, essas espécies também apresentam
3 estratégias que facilitam a ação e atração dos polinizadores, como flores com a corola aberta,
4 oferta de recursos e odor suave a adocicado (Figura 3 A, B e C). Nas espécies que
5 apresentaram a hercogamia, houve uma associação com a dicogamia, do tipo protoginia, com
6 a viabilidade do estigma acontecendo antes da liberação dos grãos de pólen. Em *Macairea*
7 *radula*, *Miconia elegans* e *Vochysia guianensis*, foi observada a exposição do estigma
8 ocorrendo antes mesmo da abertura total da corola (Figura 4 A, B e C). Além dessas
9 estratégias, em *Vochysia guianensis* também foi registrada a apresentação do pólen sendo
10 realizada pelo estigma, caracterizando um tipo de apresentação secundária de pólen. As flores
11 dessa espécie são diferenciadas, apresentando o cálcio, onde se encontra o néctar, tornando
12 restrito o acesso a esse recurso para alguns tipos de abelhas e outros insetos (Figura 4 C).
13 Algumas espécies possuem flores com cores vistosas e a maioria das flores possui corola
14 aberta, com exceção de *Vochysia guianensis* que exibe zigomorfia. Para a maioria das
15 espécies o polinizador foi visualizado e o principal recurso oferecido foi o pólen. Em *Xylopi*
16 *aromatica*, além de pólen há a oferta de peças florais e *Byrsonima pachyphylla* também
17 apresenta óleo como recurso principal (Figura 4 D e E, Tabela 2).d

18

DISCUSSÃO

19 A ocorrência dos sistemas sexuais e reprodutivos na Vereda Almescla é similar aos
20 outros estudos realizados em florestas tropicais, com o predomínio de espécies hermafroditas
21 e do sistema alógamo (Bawa 1974; Bullock 1985; Kress e Beach 1994; Jaimes e Ramirez
22 1999; Girão *et al.* 2007; Peng *et al.* 2014; Perini *et al.* 2019). Assim como foi encontrado em
23 formações vegetais dos biomas Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (Oliveira e Gibbs 2000;

1 Machado *et al.* 2006, Girão *et al.* 2007). O hermafroditismo predominou entre as formas de
2 crescimento e nos distintos habitats, com maior prevalência desse sistema no hábito arbustivo
3 e na área aberta da vereda. Enquanto que, com distribuição menos frequente, a dioica foi
4 mais comum no estrato arbóreo e entre as espécies da floresta higrófila. Distribuição
5 semelhante foi registrada em uma floresta ombrofila densa, na restinga e no Cerrado (Oliveira
6 e Gibbs 2000; Matallana *et al.* 2005; Perini *et al.* 2019). Para espécies com ciclo de vida
7 curto, o hermafroditismo possibilita recompensar as poucas oportunidades de fecundação
8 através da autopolinização (Peng *et al.* 2014). Já a dioica, que é obrigatoriamente dependente
9 da polinização cruzada para reproduzir, é frequentemente associada ao hábito arbóreo e ciclo
10 de vida longo, espécies com flores pequenas, discretas e com entomofilia generalista como
11 síndrome de polinização (Matallana *et al.* 2005; Amorim *et al.* 2011; Peng *et al.* 2014;
12 Moreira e Freitas 2020).

13 A maioria das espécies hermafroditas ocorreu na área aberta da vereda, ambiente mais
14 propício à intervenção humana, onde a interação planta-polinizador está mais susceptível a
15 uma ruptura. A permanência dessas espécies nesse ambiente pode ser uma estratégia das
16 plantas ao tempo limitado de vida e chances reduzidas de reprodução (Richard 1997). Além
17 disso, essas espécies tendem a apresentar melhor adaptação à ambientes em condições de
18 estresse, como alterações no nível do lençol freático e interferências antrópicas, sendo capazes
19 de colonizar diversos ambientes e permanecer até mesmo em áreas alteradas, devido a
20 independência do polinizador (Perini *et al.* 2019). As veredas da região estão passando por
21 modificações na paisagem devido à interferências antrópicas, com perturbações decorrentes da
22 presença de gado, incêndios florestais, desmatamento, plantios agrícolas e abertura de
23 estradas (Nunes *et al.* 2015, Ávila *et al.* 2016). Em um cenário de modificação da paisagem,
24 indivíduos hermafroditas podem se autopolinizar na falta ou escassez de polinizadores

1 (Santos *et al.* 2010). Sendo uma opção para situações onde a polinização cruzada pode ser
2 afetada (Montagna *et al.* 2018), reduzindo o risco de extinção e promovendo o sucesso
3 reprodutivo das espécies (Henri *et al.* 2018).

4 Apesar do hermafroditismo ter sido o sistema sexual da maioria das espécies, o
5 sistema reprodutivo que predominou foi o alógamo, com alta incidência entre as espécies
6 arbóreas. Espécies arbóreas aparentemente apresentam altas taxas de fecundação, estando
7 relacionadas com a predominância da alogamia em espécies tropicais (Kageyama *et al.* 2003;
8 Ollerton *et al.* 2011; Rech *et al.* 2018). A ocorrência da alogamia mantém constante a
9 variabilidade genética entre as espécies, contribuindo com o sucesso reprodutivo dos
10 indivíduos capazes de responder a variações nas condições ambientais (Cardoso *et al.* 2018).
11 Entretanto, a dependência da flora com a fauna associada, a torna mais susceptível à extinção
12 (Ollerton *et al.* 2011). Principalmente as plantas da vereda que dependem da polinização
13 cruzada obrigatória, como as espécies dióicas *Mauritia flexuosa*, *Mauritiela armata* e
14 *Tapirira guianensis*.

15 As espécies apresentaram uma grande diversidade de estratégias reprodutivas que
16 favorecem a alogamia, como a hercogamia, dicogamia e apresentação secundária de pólen,
17 dioícia funcional, além de atributos florais usados para atrair os polinizadores. Apesar do
18 hermafroditismo oferecer condições que favoreçam a autopolinização, as espécies podem
19 apresentar várias estratégias que promovam a polinização cruzada, quando o polinizador
20 estiver presente. *Xylopia aromatica*, *Macairea radula* e *Vochysia guianensis* apresentaram a
21 hercogamia, barreira espacial que atua evitando que o estigma e anteras entrem em contato,
22 principalmente em plantas que apresentam características morfológicas como as espécies
23 hermafroditas que facilitam tal estratégia (Barrett 2002; Opedal 2018; Ramirez e Hokche
24 2019) e sua funcionalidade depende da interação com os agentes polinizadores (Opedal 2018;

1 Lázaro *et al.* 2020). Espécies que possuem a dicogamia como estratégia, apresentam a fase
2 estaminada ou pistilada em momentos distintos (Harder *et al.* 2008), ocasionando a dicogamia
3 do tipo protandria ou protoginia, como foi registrado nas espécies *Xylopia aromatica*,
4 *Miconia elegans*, *Vochysia guianensis* e *Macairea radula*, evitando a autopolinização em
5 ambientes frágeis como a vereda (Ramirez e Hokche 2019). Esses mecanismos evoluíram nas
6 espécies vegetais com a finalidade de promover a polinização cruzada e reduzir as chances de
7 autopolinização, juntamente com os efeitos negativos causados por esse sistema (Barrett
8 2002; Harder *et al.* 2008). Essas estratégias previnem as plantas da depressão por endogamia,
9 mas necessita de um número considerável de indivíduos reprodutivos e do agente polinizador
10 para efetuar a polinização cruzada (Melen *et al.* 2016). Acredita-se que as plantas
11 diversificaram a sua morfologia floral também em resposta a disponibilidade dos agentes
12 bióticos no ambiente (Rosas-Guerreiro *et al.* 2014; Opedal *et al.* 2016). Isso sugere que os
13 sistemas sexuais e reprodutivos disponíveis na comunidade vegetal evoluíram juntamente
14 com a estrutura floral das espécies, tendo ação da seleção agindo a favor do papel do
15 polinizador e permanência da variabilidade genética (Peng *et al.* 2014). Dessa forma, a
16 alogamia é facilitada nas espécies hermafroditas através de flores protogínicas, hercogâmicas
17 e produtoras de néctar, agindo como indicador de que a espécie depende do agente
18 polinizador (Chalé *et al.* 2018; Montagna *et al.* 2018).

19 Nas florestas tropicais, essas estratégias foram eficientes ocasionando o predomínio do
20 sistema reprodutivo alógamo (Oliveira e Gibbs 2000; Machado *et al.* 2006; Ollerton *et al.*
21 2011). No entanto, em alguns casos essas estratégias que promovem a polinização cruzada
22 podem ser ineficientes. Em *Macairea radula*, a hercogamia não foi o suficiente para evitar a
23 autopolinização, uma vez que alguns tratamentos de autopolinização espontânea resultaram na
24 formação de frutos. Apesar de ser um mecanismo que estimula a polinização cruzada, a

1 hercogamia também é uma condição que antecede o processo de autopolinização (Freitas e
2 Sazima 2009). O sucesso da hercogamia pode ser influenciado pela interação entre plantas e
3 os agentes polinizadores, evidenciando um tipo de adaptação dos sistemas reprodutivos à
4 alterações no ambiente de ocorrência (Opedal 2018). Perdendo as características da
5 hercogamia, a espécie teria condições de realizar a autopolinização no momento em que os
6 serviços dos polinizadores fossem imprevisíveis (Ramirez e Hokche 2019).

7 Com essa diversidade de estratégias reprodutivas, a maioria das espécies das plantas
8 estudadas se mostraram dependentes de vetores de pólen, por serem alógamas. Isso demonstra
9 a importância dos agentes polinizadores e o risco dessas plantas serem extintas, em decorrência
10 do sistema reprodutivo alógamo ser vulnerável à dependência do polinizador (Neto 2013). Se
11 ocorrer um declínio na população de polinizadores nesse ambiente, isso poderá afetar
12 especialmente as espécies arbóreas, principalmente as dióicas (Peng *et al.* 2014; Ramírez e
13 Hokche 2019). Neste caso, *Mauritia flexuosa* e *Mauritiella armata*, consideradas espécies-
14 chave, com distribuição marcante ao longo da vereda e que desempenham papel ecológico e
15 social importante para o equilíbrio desse ecossistema, são as mais vulneráveis.
16 Consequentemente, a complexidade da biologia floral e reprodutiva dessas espécies e a
17 relação com o polinizador, podem prejudicar o sucesso reprodutivo, caso essa interação não
18 seja mantida (Darrault e Schlindwein 2005). Modificações nas vias de polinização fizeram
19 com que as plantas desenvolvessem diferentes atributos florais, que podem ter ocorrido de
20 eventos evolutivos subsequentes, justificando as transformações ocorridas entre flores e
21 polinizadores no mesmo período (Alcantara e Lolmann 2010). Essas estratégias conferem as
22 plantas à capacidade de atrair o polinizador para obter os serviços ecossistêmicos e
23 disponibilizar os recursos para a manutenção das suas funções, favorecendo a variabilidade
24 genética e o fluxo gênico no ambiente (Albuquerque *et al.* 2013).

1 O número de espécies não dependentes de polinizadores foi menor, estando presente
2 na área aberta da vereda, local mais propício à modificação na composição da comunidade
3 vegetal e conseqüentemente, mais susceptível à escassez de polinizadores. São as espécies
4 que apresentaram os sistemas reprodutivos autógamo e apomítico, que em muitos aspectos
5 possui implicações evolutivas e ecológicas semelhantes e são sistemas vantajosos em
6 ambientes alterados (Horandl 2010). Esses sistemas funcionam como estratégias
7 principalmente em locais abertos, onde há maior predomínio de espécies herbáceas com ciclo
8 de vida curto (Richard 1997; Moeller *et al.* 2017). Esse tipo de reprodução pode não ser
9 vantajoso ao longo do tempo. Garante a reprodução à curto prazo mas, para um futuro
10 próximo essas espécies podem sofrer com aumento da taxa de endogamia e a dificuldade de
11 se adaptarem as diversas condições do ambiente (Cheptou 2019). Porém, espécies apomíticas
12 podem ocupar distribuições mais extensas, pela vantagem do seu processo reprodutivo
13 (Hojsgaard e Horandl 2019). Entre as espécies estudadas, a apomixia ficou restrita ao gênero
14 *Miconia*, sendo muito comum na família Melastomataceae (Santos *et al.* 2012; Caetano *et al.*
15 2017). Além da capacidade de se reproduzir sem auxílio dos polinizadores (Maia *et al.* 2015;
16 Brito *et al.* 2016; Caetano *et al.* 2017), essas espécies geralmente florescem e frutificam por
17 quase o ano todo, tornando-se abundantes em ecossistemas alterados e fornecendo recurso
18 para a fauna local (Pessoa *et al.* 2012). Espécies apomíticas conseguem se estabelecer e
19 colonizar diversos ambientes, justamente por se reproduzirem sem a presença do polinizador
20 (Santos *et al.* 2012). A abundância de espécies do gênero *Miconia* na área aberta da vereda
21 Almescla indica a eficiência e o sucesso dessas estratégias.

22 Estudos que abordem atributos florais, barreiras de autopolinização, mecanismos de
23 promoção da polinização cruzada, dependência dos polinizadores, sistemas sexuais e
24 reprodutivos das espécies vegetais são importantes, pois permitem a compreensão das

1 características reprodutivas das espécies e as relações existentes entre as plantas e o seu
2 ambiente de ocorrência. Em um ambiente pouco resiliente e alvo de atividades antrópicas era
3 esperado uma alta quantidade de espécies autógamas e apomíticas, porém, os resultados
4 demonstram que a maioria das espécies apresentam estratégias que promovem a alogamia, o
5 que as tornam dependentes de vetores de pólen para a reprodução.

6 **FINANCIAMENTO**

7 Este trabalho foi apoiado pelo Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração
8 (Sítio PELD-VERE) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico -
9 CNPq (Processo 441440/2016-9); Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
10 Superior - CAPES (Código de Financiamento 88887.136273/2017-00); Fundação de Amparo
11 a Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG (APQ-04816-17) e Ministério da Ciência,
12 Tecnologia e Inovações - MCTI.

13 **AGRADECIMENTO**

14 Aos órgãos de fomento e incentivo a pesquisa pelo apoio e financiamento. Todos os
15 autores pela colaboração deste trabalho. Ao Programa de Pós-graduação em Botânica
16 Aplicada, à Universidade Estadual de Montes Claros e ao apoio logístico do Instituto Estadual
17 de Florestas, do estado de Minas Gerais.

1 **LITERATURA CITADA**

- 2 Albuquerque LB, Aquino FG, Costa LC, Miranda ZJG, Sousa SR. 2013. Melastomataceae
3 juss. Species with potential use in Ecological restoration of gallery riparian vegetation of
4 Cerrado/Savanna. *Polibotânica* 35: 1-19.
- 5 Alcantara S, Lohmann LG. 2010. Evolution of floral morphology and pollination system in
6 Bignoniaceae (Bignoniaceae). *American Journal of Botany* 97: 782-796.
- 7 Alonso C, Mutikainen P, Herrera CM. 2007. Ecological context of breeding system variation:
8 sex, size and pollination in a (predominantly) ginodioecious shrub. *Annals of Botany* 100:
9 1547–1556.
- 10 Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. 2013. Koppen's climate
11 classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711–728.
- 12 Amorim FW, Rodrigues CM, Maruyama P K, Oliveira P E. 2011. Sexual ratio and floral
13 biology of the dioecious *Neea theifera* Oerst. (Nyctaginaceae) in a *cerrado rupestre* of central
14 Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 25: 785-792.
- 15 Araújo GM, Barbosa AAA, Arantes AA, Amaral AF. 2002. Composição florística de veredas
16 no município de Uberlândia, MG. *Revista brasileira de Botânica* 25: 475- 493.
- 17 Arista M, Berjano R, Viruel J, Ortiz MA, Talavera M, Ortiz PL. 2017. Uncertain pollination
18 environment promotes the evolution of a stable mixed reproductive system in the self-
19 incompatible *Hypochaeris salzmanniana* (Asteraceae). *Annals of Botany* 120: 447–456.
- 20 Ávila MA, Souza SR, Veloso MDM, Santos RM, Fernandes LA, Nunes YRF. 2016. structure
21 of natural regeneration in relation to soil properties and disturbance in two swamp forests.
22 *Cerne* 22: 1-10.

- 1 Ávila MA, Mota NM, Souza SR, Santos RM, Nunes YRF. 2021. Diversity and Structure of
- 2 Natural Regeneration in Swamp Forests in Southeastern Brazil. *Floram* 28: 1-7.
- 3 Azevedo IFP, Nunes YRF, Velozo MDM, Neves WV, Fernandes GW. 2009. Preservação
- 4 Estratégica para Recuperar o São Francisco. *Scientific American Brasil* 83:74 -79.
- 5 Azevedo IFP, Nunes YRF, Ávila MA, Silva DL, Fernandes GW, Veloso RB. 2014.
- 6 Phenology of riparian tree species in a transitional region in southeastern Brazil. *Brazilian*
- 7 *Journal of Botany* 37: 47-59.
- 8 Barbosa AAA. 1997. *Biologia reprodutiva de uma comunidade de campo sujo,*
- 9 *Uberlândia/MG*. Tese apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de
- 10 Campinas (Unicamp). Campinas 1-202.
- 11 Barman C, Singh VK, Das S, Tandon R. 2018. Floral contrivances and specialized pollination
- 12 mechanism confer strong influence to elicit mixed-mating in *Wrightia tomentosa*
- 13 (Apocynaceae). *Plant biology* 20: 546-554.
- 14 Barrett SCH. 2002. Sexual interference of the floral kind. *Heredity* 88: 154 – 159.
- 15 Barrett SCH; Colautti RI; Eckert CG. 2008. Plant reproductive systems and evolution during
- 16 biological invasion. *Molecular Ecology* 17: 373-383.
- 17 Barrett SCH. 2010. Understanding plant reproductive diversity. *Philosophical Transactions*
- 18 365: 99-109.
- 19 Barrett SCH, Hough J. 2012. Sexual dimorphism in flowering plants. *Journal of Experimental*
- 20 *Botany* 64: 67- 82.
- 21 Barrett SCH. 2013. The evolution of plant reproductive systems: how often are transitions
- 22 irreversible? Proceedings - Royal Society. *Biological Sciences* 280: 20130913-20130913.

- 1 Bawa KS. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community.
- 2 *International Journal of Organic Evolution* 28:85-92.
- 3 Brito VLG, Fendrich TG, Smidt EC, Varassin IG, Goldenberg R. 2016. Shifts from
- 4 specialised to generalised pollination systems in Miconieae (Melastomataceae) and their
- 5 relation with anther morphology and seed number. *Plant Biology* 18: 585-593.
- 6 Bullock SH. 1985. Breeding Systems in the Flora of a Tropical Deciduous Forest in Mexico.
- 7 *Biotropica* 17: 287-301.
- 8 Busch JW, Delph LF. 2012. The relative importance of reproductive assurance and automatic
- 9 selection as hypotheses for the evolution of self-fertilization. *Annals of Botany* 109: 553-562.
- 10 Caetano APS, Cortez PA, Teixeira SP, Oliveira PE, Carmello-Guerreiro SM. 2018. Unusual
- 11 diversity of apomictic mechanisms in a species of Miconia, Melastomataceae. *Plant*
- 12 *Systematics and Evolution* 304: 343–355.
- 13 Cardoso JCF, Viana ML, Matias R, Furtado MT, Caetano APS, Consolaro H, Brito VLG.
- 14 2018. Towards a unified terminology for angiosperm reproductive systems. *Acta Botanica*
- 15 *Brasilica* 32: 329-348.
- 16 Carvalheiro LG, Biesmeijer JC, Benadi G, Fründ J, Stang M, Bartomeus I, Kaiser-Bunbury C
- 17 N, Kunin WE. 2014. The potential for indirect effects between co-flowering plants via shared
- 18 pollinators depends on resource abundance, accessibility and relatedness. *Ecology Letters* 17:
- 19 1389-1399.
- 20 Consolaro HN. 2008. *A distililia em espécies de Rubiaceae do Bioma Cerrado*. Tese de
- 21 doutorado, Universidade de Brasília/Instituto de Ciências Biológicas/Departamento de
- 22 Ecologia. Brasília/DF.

- 1 Chale MP, Morillo RI , Concha GCF, Leoni CTH. 2018. Reproductive biology of *Aechmea*
- 2 *bracteata* (Sw.) Griseb. (Bromelioideae: Bromeliaceae). *Plant Biology* 20: 113-120.
- 3 Cheptou PO. 2019. Does the evolution of self-fertilization rescue populations or increase the
- 4 risk of extinction? *Annals of Botany* 123: 337-345.
- 5 Cruz-Neto O, Machado IC, Galetto L, Lopes AV. 2015. The influence of nectar production
- 6 and floral visitors on the female reproductive success of *Inga* (Fabaceae). *Botanical Journal*
- 7 *of the Linnean Society* 177: 230–245.
- 8 Cruzan MB, Barrett SCH. 2016. Postpollination discrimination between self and outcross
- 9 pollen covaries with the mating system of a self-compatible flowering plant. *American*
- 10 *Journal of Botany* 103: 568-576.
- 11 Dafni A, Maués MM. 1998. A rapid and simple procedure to determine stigma receptivity.
- 12 *Sexual Plant Reproduction* 11: 177-180.
- 13 Dafni A, Kevan PG, Husband BC. 2005. *Practical pollination biology*. Enviroquest 590p.
- 14 Darrault RO, Schlindwein C. 2005. Limited Fruit Production in *Hancornia*
- 15 *speciosa* (Apocynaceae) and Pollination by Nocturnal and Diurnal Insects. *Biotropica* 37:
- 16 381- 388.
- 17 Degen B, Bandou E, Caron H. 2004. Limited pollen dispersal and biparental inbreeding
- 18 in *Symphonia globulifera* in French Guiana. *Heredity* 93: 585 –591.
- 19 Eckert CG, Kalisz S, Geber MA, et al. 2010. Plant mating systems in a changing world.
- 20 *Trends in Ecology & Evolution* 25: 35–43.

- 1 Elzinga JÁ, Varga S. 2017. Prolonged stigma and flower lifespan in females of the
- 2 gynodioecious plant *Geranium sylvaticum*. *Flora* 226: 72-81.
- 3 Freitas L, Sazima M. 2009. Floral biology and mechanisms of spontaneous self-pollination in
- 4 five neotropical species of Gentianaceae. *Botanical Journal of the Linnean Societ* 160: 357-
- 5 368.
- 6 Freitas MF, Kinoshita LS. 2015. Myrsine (Myrsinoideae- Primulaceae) no sudeste e sul do
- 7 Brasil. *Rodriguésia* 66.
- 8 Girão LC, Lopes AV, Tabarelli M, Bruna EM. 2007. Changes in Tree Reproductive Traits
- 9 Reduce Functional Diversity in a Fragmented Atlantic Forest Landscape. *Plos One* 2: e908.
- 10 Goldenberg R, Shepherd GJ. 1998. Studies on the reproductive biology of Melastomataceae
- 11 in cerrado vegetation. *Plant Systematics and Evolution* 211: 13-29.
- 12 Goldberg EE, Otto SP, Vamosi JC, Mayrose I, Sabath N, Ming R, Ashman TL. 2017.
- 13 Macroevolutionary synthesis of flowering plant sexual systems. *Evolution* 71: 898–912.
- 14 Goodwillie C, Kalisz S, Eckert CG. 2005. The evolutionary enigma of mixed matingsystems
- 15 in plants: occurrence, theoretical explanations and empirical evidence. *Annual Review of*
- 16 *Ecology, Evolution, and Systematics* 36: 47–79.
- 17 Gribel R, Hay JD. 1993. Pollination Ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central
- 18 Brazil Cerrado Vegetation . *Journal of Tropical Ecology* 9:199-211.
- 19 Hammel BE. 1986. Characteristics and phytogeographical analysis of a subset of the flora of
- 20 la selva (Costa Rica). *Missouri Botanical Garden* 9: 149-155.

- 1 Harder LD, Richards AS, Routley MB. 2008. Effects of reproductive compensation, gamete
- 2 discounting and reproductive assurance on mating-system diversity in hermaphrodites.
- 3 *Evolution* 62: 157–172.
- 4 Heithaus ER. 1974. The Role of Plant-Pollinator Interactions in Determining Community
- 5 Structure. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 61: 675-691.
- 6 Henry IM, Akagi T, Tao R, Comai L. 2018. One hundred ways to invent the sexes: theoretical
- 7 and observed paths to dioecy in plants. *Annual Review of Plant Biology* 69: 553-575.
- 8 Hojsgaard D, Horandl E. 2019. The Rise of Apomixis in Natural Plant Populations. *Frontiers*
- 9 *in Plant Science* 10: 358.
- 10 Horandl E, Paun O. 2007. Patterns and sources of genetic diversity in apomictic plants:
- 11 Implications for evolutionary potentials. *Apomixis: Evolution, Mechanisms and Perspectives*.
- 12 169-194.
- 13 Horandl E. 2010. The evolution of self-fertility in apomictic plants. *Sexual plant reproduction*
- 14 23: 73-86.
- 15 Howe HF. 1989. Scatter-and clump-dispersal and seedling demography: hypothesis and
- 16 implications. *Oecologia* 79: 417- 426.
- 17 Jaimes I, Ramírez N. 1999. Breeding systems in a secondary deciduous forest in Venezuela:
- 18 the importance of life form, habitat, and pollination specificity. *Plant Systematics and*
- 19 *Evolution* 215: 23-36.
- 20 Kageyama PY, Sebbenn AM, Ribas LA et al. 2003. Diversidade genética em espécies
- 21 arbóreas tropicais de diferentes estágios sucessionais por marcadores genéticos. *Scientia*
- 22 *Forestalis* 64: 93-107.

- 1 Kooi CV, Dyer AG, Kevan PG, Lunau K. 2019. Functional significance of the optical
2 properties of flowers for visual signalling. *Annals of Botany* 123: 263-276.
- 3 Kress WJ, Beach JH. 1994. Flowering plant reproductive systems. In: Mc Dade LA, Bawa
4 KS, Hespeneide HÁ, Hartshorn GS (Eds.) *La Selva: ecology and natural history of a*
5 *neotropical rain forest*. Chicago, University of Chicago Press, 19-33.
- 6 Lázaro A, Seguí J, Santamaria L. 2020. Continuous variation in herkogamy enhances the
7 reproductive response of *Lonicera implexa* to spatial variation in pollinator assemblages. *AoB*
8 *Plants* 12: 1-10.
- 9 Machado IC, Lopes AV. 2004. Floral Traits and Pollination Systems in the Caatinga, a
10 Brazilian Tropical Dry Forest. *Annals of Botany* 94: 365-376.
- 11 Machado IC, Lopes AV, Sazima M. 2006. Plant Sexual Systems and a Review of the
12 Breeding System Studies in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. *Annals of Botany*
13 97: 277-287.
- 14 Maia FR, Varassin IG, Goldenberg R. 2015. Apomixis does not affect visitation to flowers of
15 Melastomataceae, but pollen sterility does. *Plant Biology* 18: 132-138.
- 16 Maia TA, Sampaio D. 2019. Flora do Espírito Santo: Sloaneae (Elaeocarpaceae). *Rodriguesia*
17 70.
- 18 Matallana G, Wendt T, Araujo DSD, Scarano FR. 2005. High abundance of dioecious plants
19 in a tropical coastal vegetation. *American Journal of Botany* 92: 1513-1519.
- 20 Maués MM. 2006. *Estratégias reprodutivas de espécies arbóreas e a sua importância para o*
21 *manejo e a conservação florestal: Floresta Nacional do Tapajós (Belterra-PA)*. Tese de

- 1 doutorado, Universidade de Brasília–UnB-Instituto de Ciências Biológicas/Departamento de
- 2 Ecologia.
- 3 Meirelles ML, Guimarães AJM, Oliveira RC, Araujo GM, Ribeiro JF. 2004. Impactos sobre o
- 4 estrato herbáceo de Áreas Úmidas do Cerrado. In: Aguiar LMS, Camargo AJA. *Cerrado:*
- 5 *ecologia e caracterização*. Planaltina: Embrapa Cerrados, p.41-68.
- 6 Melen MK, Herman JA, Lucas J et al. 2016. Reproductive success through high pollinator
- 7 visitation rates despite self incompatibility in an endangered wallflower. *American Journal of*
- 8 *Botany* 103: 1979- 1989.
- 9 Mendes FN, Rêgo MMC, Albuquerque PMC. 2011. Fenologia e biologia reprodutiva de duas
- 10 espécies de *Byrsonima Rich.* (Malpighiaceae) em área de Cerrado do Nordeste do Brasil.
- 11 *Biota Neotropica* 11: 1-14.
- 12 Mendes-Rodrigues C, Oliveira PE. 2012. Polyembryony in Melastomataceae from Brazilian
- 13 Cerrado: multiple embryos in a small world. *Plant Biology* 14: 845-853.
- 14 Miranda AS, Vieira MF. 2014. *Ruellia subsessilis* (Nees) Lindau (Acanthaceae): a species
- 15 with a sexual reproductive system that responds to different water availability levels. *Flora*
- 16 209: 711-717.
- 17 Moeller DA; Runquist RDB; Moe AM et al.. 2017. Global biogeography of mating system
- 18 variation in seed plants. *Ecology Letters* 20: 375-384.
- 19 Montagna T, Silva JS, Pikart TG, Reis MS. 2018. Reproductive ecology of *Ocotea*
- 20 *catharinensis* , an endangered tree species. *Plant Biology* 20: 926-935.
- 21 Moreira MM; Freitas L. 2020. Review of the Pollination System by Small Diverse Insects.
- 22 *Neotropical Entomology* 49: 472-481.

- 1 Neto HFP. 2013. Floral biology and breeding system of *Bauhinia forficata* (Leguminosae:
- 2 Caesalpinioideae), a moth-pollinated tree in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Botany*
- 3 36: 55-64.
- 4 Nunes YRF, Azevedo IFP, Neves WV, Velozo MDM, Souza RA, Fernandes GW. 2009.
- 5 Pandeiros: o Pantanal Mineiro. *MG. Biota* 2: 4-17.
- 6 NunesYRF, Bahia TO, Avila MA, Veloso MDM, Santos RM. 2015. Florística e
- 7 fitossociologia das comunidades arbóreas de veredas: um estudo de caso no norte de Minas
- 8 Gerais, Brasil. In: Eisenlohr, PV, Felfili JM, Melo MMRF, Andrade LA, Meira-Neto JAA
- 9 (Org.). *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos*. 1ed.Viçosa: Editora UFV 2:
- 10 264-287.
- 11 Ollerton J, Winfree R, Tarrant S. 2011. How many flowering plants are pollinated by
- 12 animals?. *Oikos* 20: 321-326.
- 13 Oliveira PE, Silva JSC. 1993. Reproductive biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae)
- 14 in the cerrados of Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 9: 67-79.
- 15 Oliveira PE, Gibbs PE. 1994. Pollination and breeding systems of six *Vochysia* species
- 16 (*Vochysiaceae*). *Journal of Tropical Ecology* 10: 509-522.
- 17 Oliveira PE. 1996. Dioecy in the Cerrado vegetation of Central Brazil. *Flora* 191: 235-243.
- 18 Oliveira PE, Gibbs PE. 2000. Reproductive biology of woody plants in a Cerrado community
- 19 of Central Brazil. *Flora* 195: 311–329.
- 20 Opedal OH, Albertsen E, Ambruster WS, Barrales RP, Anbaran MF, Pélabon C. 2016.
- 21 Evolutionary consequences of ecological factors: pollinator reliability predicts mating-system
- 22 traits of a perennial plant. *Ecology Letters* 19: 1486-1495.
- 23 Opedal OH. 2018. Herkogamy, a principal functional trait of plant reproductive biology.
- 24 *International Journal of Plant Sciences* 179: 677- 687.

- 1 Pansarin ER, Pedro SRM. 2016. Reproductive biology of a hummingbird-pollinated
- 2 *Billbergia*: light influence on pollinator behavior and specificity in a Brazilian semi-
- 3 deciduous Forest. *Plant Biology* 18: 920-927.
- 4 Peng DL, Kun X, Xu B, Zhang ZQ, Niu Y, Li ZM, Sun H. (2014). Plant sexual systems
- 5 correlated with morphological traits: Reflecting reproductive strategies of alpine plants.
- 6 *Journal of Systematics and Evolution* 52: 368–377.
- 7 Perini M, Dias HM, Kunz SH. 2019. Sexual Systems of Plants in a Brazilian Montane Forest.
- 8 *Floresta e Ambiente* 26: 1-10.
- 9 Pessoa MS, Vleeschouwer KM, Talora DC, Rocha L, Amorim AMA. 2012. Reproductive
- 10 phenology of *Miconia mirabilis* (Melastomataceae) within three distinct physiognomies of
- 11 Atlantic Forest, Bahia, Brazil. *Biota Neotropica* 12: 49-56.
- 12 Porto KCN, Nunes YRF, Ribeiro LM. 2018. The dynamics of recalcitrant seed banks of
- 13 *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) reveal adaptations to marsh microenvironments. *Plant Ecology*
- 14 219: 199–207.
- 15 Ramires N, Brito Y. 1990. Reproductive biology of a tropical palm swamp community in the
- 16 Venezuelan Llanos. *American Journal of Botany* 77: 1260-1271.
- 17 Ramirez N, Hokiche O. 2019. Outbreeding and inbreeding strategies in herbaceous-shrubby
- 18 communities in the Venezuelan Gran Sabana Plateau. *AoB Plants* 11: 1-15.
- 19 Rech AR, Jorge LR, Ollerton J, Sazima M. 2018. Pollinator availability, mating system and
- 20 variation in flower morphology in a tropical savanna tree. *Acta Botanica Brasilica* 32: 462 -
- 21 472.
- 22 Richards AJ. 1997. *Plant breeding systems*. Garland Science, 7ed.

- 1 Rosas-Guerrero V, Aguilar R, Martén-Rodríguez S, Ashworth L, Lopezaraiza-Mikel
- 2 M, Bastida JM, Quesada M. 2014. A quantitative review of pollination syndromes: do floral
- 3 traits predict effective pollinators? *Ecology Letters* 17: 388-400.
- 4 Smith C, Judith L. 1996. Site variation in reproductive synchrony in three neotropical figs.
- 5 *Journal of Biogeography* 23: 477- 486.
- 6 Sakai AK, Weller SG. 1999. Gênero e dimorfismo sexual em plantas com flores: uma revisão
- 7 da terminologia, padrões biogeográficos, correlatos ecológicos e abordagens filogenéticas.
- 8 Dimorfismo de gênero e sexual em plantas com flores. Geber MA, Dawson TE, Delph LF
- 9 (Ed). *Gender and sexual dimorphism in flowering plants*. Springer. 1-31.
- 10 Santos APM, Romero R, Oliveira PE. 2010. Biologia reprodutiva de *Miconia angelana*
- 11 (Melastomataceae), endêmica da Serra da Canastra, Minas Gerais. *Revista Brasileira de*
- 12 *Botânica* 33: 333-341.
- 13 Santos APM, Fracasso CM, Santos ML, Romero R, Sazima M, Oliveira PE. 2012.
- 14 Reproductive biology and species geographical distribution in the Melastomataceae: a survey
- 15 based on New World taxa. *Annals of Botany* 110: 667-679.
- 16 Silveira FAO, Fernando GW, Lemos-Filho JP. 2013. Seed and Seedling Ecophysiology of
- 17 Neotropical Melastomataceae: Implications for Conservation and Restoration of Savannas
- 18 and Rainforests. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 99: 82-99.
- 19 Souza LA, Moscheta IS, Mourão KSM, Rosa SM. 2002. Morfo-anatomia da flor de *Guarea*
- 20 *kunthiana* A. Juss. e de *Guarea macrophylla* Vahl. (Maliaceae). *Acta Scientiarum* 24: 591-
- 21 600.
- 22 Teixeira LAG; Machado IC. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima*
- 23 *sericeae* DC (Malpighiaceae). *Acta Botânica Brasilica* 14: 347-357.

- 1 Vallejo-Marín M, Uyenoyama MK. 2004. On the evolutionary costs of self-incompatibility:
- 2 incomplete reproductive compensation due to pollen limitation. *Evolution* 58:1924–1935.
- 3 Wang Y, Lyu T, Shrestha N et al. 2020. Drivers of large-scale geographical variation in
- 4 sexual systems of woody plants. *Global Ecology Biogeography* 29: 546–557.
- 5 Wang TN, Clifford MR, Martínez-Gómez J, Johnson JC, Riffell JA, Stilio VSD. 2019.
- 6 Scent matters: differential contribution of scent to insect response in flowers with insect vs.
- 7 wind pollination traits. *Annals of Botany* 123: 289-301.
- 8 Wolowski M, Saad CF, Ashman T, Freitas L. 2013. Predominance of self-compatibility in
- 9 hummingbird-pollinated plants in the Neotropics. *Naturwissenschaften* 100: 69-79.

1 **Lista de legendas para figuras**

2
3 **Figura 1:** Localização da Vereda Almescla, na Área de Proteção Ambiental do Rio
4 Pandeiros, município de Bonito de Minas, Minas Gerais. Em detalhe, localização da APA do
5 Rio Pandeiros no norte do estado de Minas Gerais e na região sudeste do Brasil.

6 **Figura 2:** Análise de Componentes Principais (PCA) da relação entre os sistemas sexuais e
7 reprodutivos de espécies do ecossistema vereda, com os habitats e com os hábitos de
8 crescimento. FH = floresta higrófila, AB = área aberta, Hermaf = Hermafroditismo, Dioic =
9 Dioicia, Alog = Alógamia, Autog = Autógamia, Apom = Apomixia.

10 **Figura 3:** Estratégia reprodutiva das espécies abundantes da floresta higrófila, indivíduos
11 estaminados (dioicia). A) *Mauritia flexuosa*, B) *Mauritiella armata*, C) *Tapirira guianensis*.

12 **Figura 4:** Estratégia reprodutiva das espécies abundantes da área aberta da vereda. A)
13 *Macairea radula*, B) *Miconia elegans*, C) *Vochysia guianensis*, D) *Xylopia aromatica*, E)
14 *Byrsonima pachyphylla*

15

1 **Tabela 1: Sistemas sexuais (H=hermafrodita, D=dióico, M=monóico), sistemas reprodutivos (AL= alogamo, AU= autogamo, AP=**
2 **apomítico), habitat (FH=Floresta higrófila, AB=Área aberta) e hábito (A=Arbóreo, B=Arbustivo, S=Subarbustivo) de espécies da**
3 **Vereda Almescla, Bonito de Minas, Norte de Minas Gerais, Brasil.**

Família	Espécie	Sistema Sexual	Sistema Reprodutivo	Habitat	Hábito	Referencia
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	D	AL	FH	A	Presente estudo
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	H	AL	AB	A	Presente estudo
Annonaceae	<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	H	AL	FH	A	Presente estudo
Apocynaceae	<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	H	AU	AB	A	Presente estudo
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.	D	AL	AB	A	Presente estudo
Aquifoliaceae	<i>Ilex affinis</i> Gardner	D	AL	AB	A	Oliveira (1996)
Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	D	AL	AB/FH	A	Presente estudo
Arecaceae	<i>Mauritiella armata</i> (Mart.) Burret	D	AL	AB/FH	A	Presente estudo
Burseraceae	<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	D	AL	FH	A	Presente estudo
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	H		FH	A	Presente estudo
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera speciosa</i> A.St.-Hil.	H	AL	AB	A	Presente estudo/Oliveira e Silva (1993)
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	H	AU	AB	A	Presente estudo/Gribel e Hay (1993)
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq.	D	AL	AB	A	Presente estudo
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	H	AL	FH	A	Presente estudo
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	H	AL	FH	A	Degen <i>et al.</i> (2004)
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	H	AL	AB	B	Presente estudo
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea retusa</i> Uittien	H		AB/FH	A	Maia e Sampaio (2019)
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill.	D	AL	FH	A	Presente estudo

Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	H	AL	AB	A	Presente estudo
Fabaceae	<i>Inga vera</i> Willd.	H	AL	AB	A	Cruz-Neto <i>et al.</i> 2015
Fabaceae	<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle	H		FH	B	Presente estudo
Lauraceae	<i>Nectandra cissiflora</i> Nees.	H		AB	A	Hammel (1986)
Lauraceae	<i>Nectandra megapota mica</i> (Spreng.) Mez	H	AL	AB	A	Presente estudo/Souza <i>et al.</i> (2002)
Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss.	H	AU	AB	B	Presente estudo/Barbosa 1997
Malpighiaceae	<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	H	AL	AB	B	Presente estudo
Malpighiaceae	<i>Byrsonima umbellata</i> Mart. ex A. Juss.	H	AU	FH	B	Presente estudo/Mendes <i>et al.</i> (2011)
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	H	AL	AB	B	Presente estudo/Teixeira e Machado (2000)
Melastomataceae	<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	H	AU	AB	S	Presente estudo
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	H	AP	AB	B	Presente estudo/ Mendes-Rodrigues e Oliveira (2012)
Melastomataceae	<i>Miconia burchellii</i> Triana	H		AB	B	Presente estudo
Melastomataceae	<i>Miconia corallina</i> Spring	H		AB	A	Presente estudo
Melastomataceae	<i>Miconia chamissois</i> Naudin	H	AL	AB	B	Presente estudo/ Mendes-Rodrigues e Oliveira (2012)
Melastomataceae	<i>Miconia elegans</i> Cogn	H	AL	AB	B	Presente estudo
Melastomataceae	<i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana	H	AP	AB	B	Presente estudo/ Mendes-Rodrigues e Oliveira (2012)
Melastomataceae	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	H	AP	AB	B	Presente estudo/ Goldenberg e Shepherd (1998)
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	D	AL	AB	A	Souza <i>et al.</i> (2002)
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	H	AL	FH	A	Smith e Judith (1996)
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	D	AL	FH	A	Freitas e Kinoshita (2015)
Phyllanthaceae	<i>Richeria grandis</i> Vahl	D	AL	FH	A	Presente estudo
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	D	AL	FH	A	Presente estudo

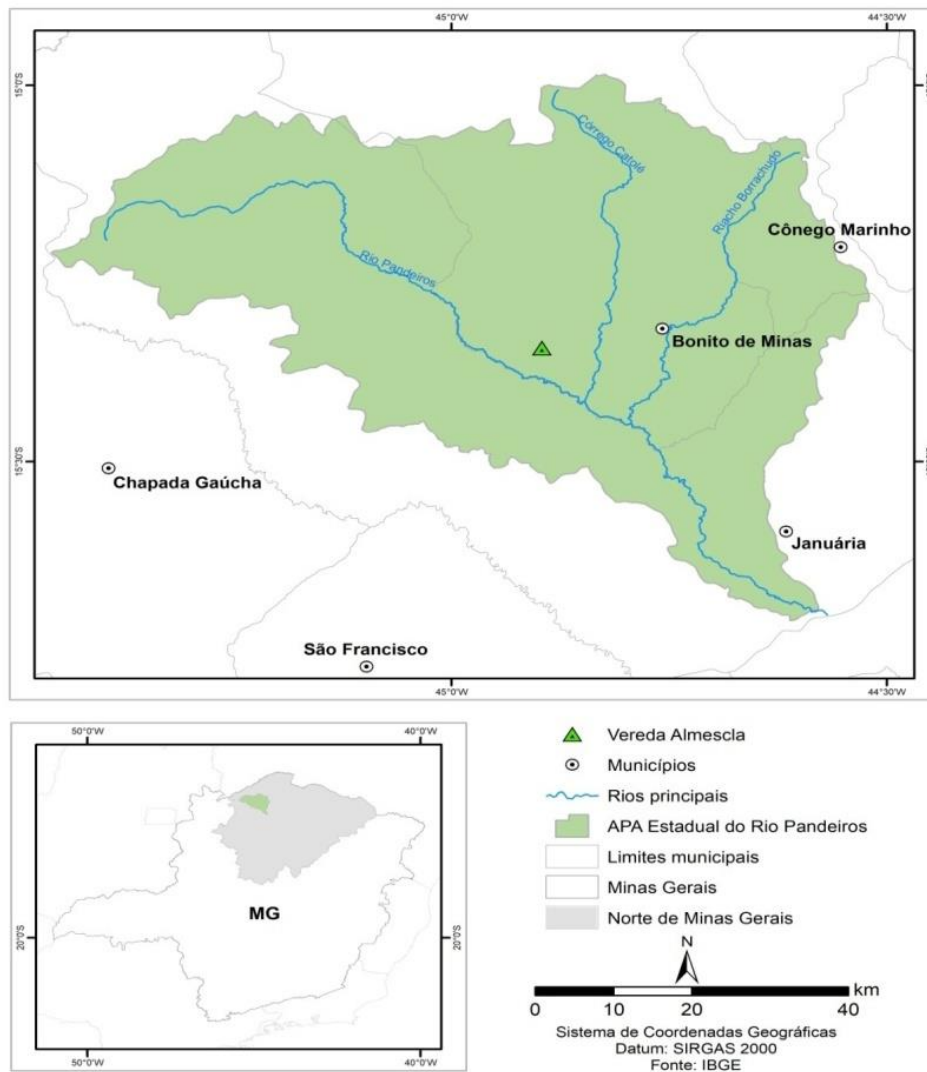
Rubiaceae	<i>Ladenbergia cujabensis</i> Klotzsch	H	AL	FH	A	Presente estudo/Consolaro 2008
Styracaceae	<i>Styrax oblongus</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	H		FH	A	Presente estudo
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trecul.	D	AL	FH	A	Oliveira (1996)
Vochysiaceae	<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	H	AL	AB	B	Presente estudo
Vochysiaceae	<i>Vochysia rufa</i> Mart.	H	AL	AB	B	Oliveira e Gibbs (1994)

1 **Tabela 2. Informações sobre as estratégias reprodutivas das espécies mais abundantes dos ambientes da Vereda Almescla, Bonito de Minas,**
2 **Norte de Minas Gerais, Brasil (forma da corola, cor, odor, recurso oferecido ao polinizador), síndrome de polinização, visualização do**
3 **polinizador).**

Família/Espécie	Barreiras	Polinização Aberta	Autopolinização Espontânea	Corola	Cor	Odor	Recurso	Visualização do Polinizador
ANONNACEAE								
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Herco/Dico	65 (0)	23 (0)	Aberta	Branca	Imperceptível	Pólen/Peças florais	Visualizado
ANACARDIACEAE								
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Dioicia			Aberta	Creme	Suave	Pólen/Néctar	Não visualizado
DILLENIACEAE								
<i>Curatella americana</i> L.	Não	60 (2)	60 (0)	Aberta	Branca	Imperceptível	Pólen	Visualizado
MALPIGHIACEAE								
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	Não	112 (1)	321 (0)	Aberta	Amarela	Imperceptível	Pólen/Óleo	Visualizado
MELASTOMATACEAE								
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	Não	298 (97)	349 (73)	Aberta	Creme	Imperceptível	Pólen	Não visualizado
<i>Miconia elegans</i> Cogn.	Dico	124 (101)	278 (102)	Aberta	Creme	Leve	Pólen	Visualizado
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	Herco	82 (0)	153 (39)	Aberta	Roxa	Imperceptível	Pólen	Visualizado
VOCHYSIACEAE								
<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	ASP/Dico/Herco	14 (7)	80 (0)	Labiada	Amarela	Imperceptível	Pólen/Néctar	Não visualizado
ARECACEAE								
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f	Dioicia			Aberta	Laranja	Suave/Adocicado	Pólen	Visualizado
<i>Mauritiella armata</i> (Mart.) Burret	Dioicia			Aberta	Branca	Forte/Adocicado	Pólen	Visualizado

1

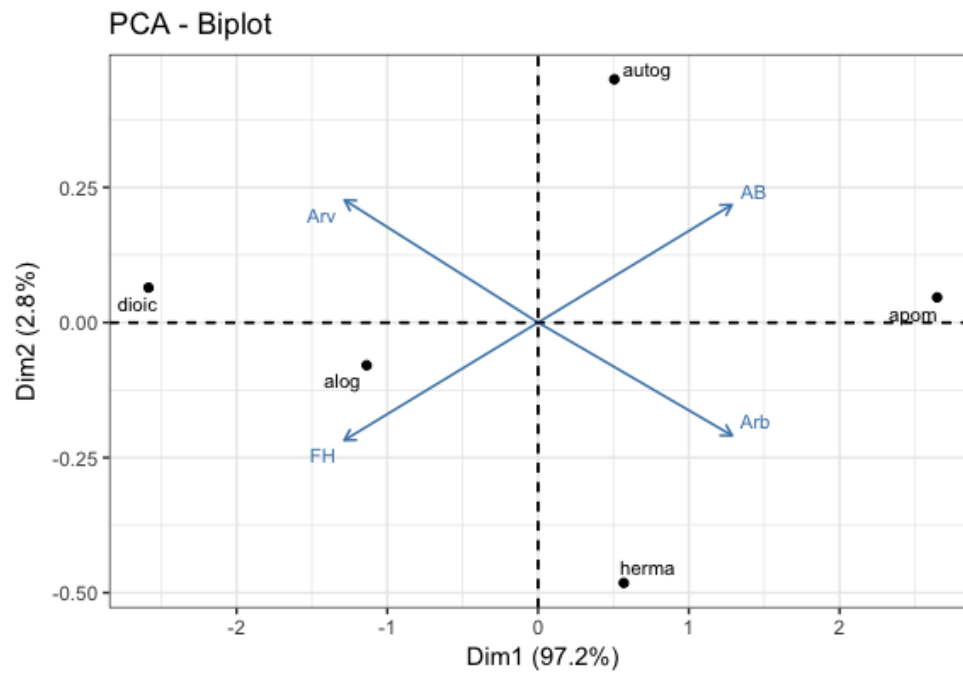
Fig.1



2

1

Fig. 2



2

1

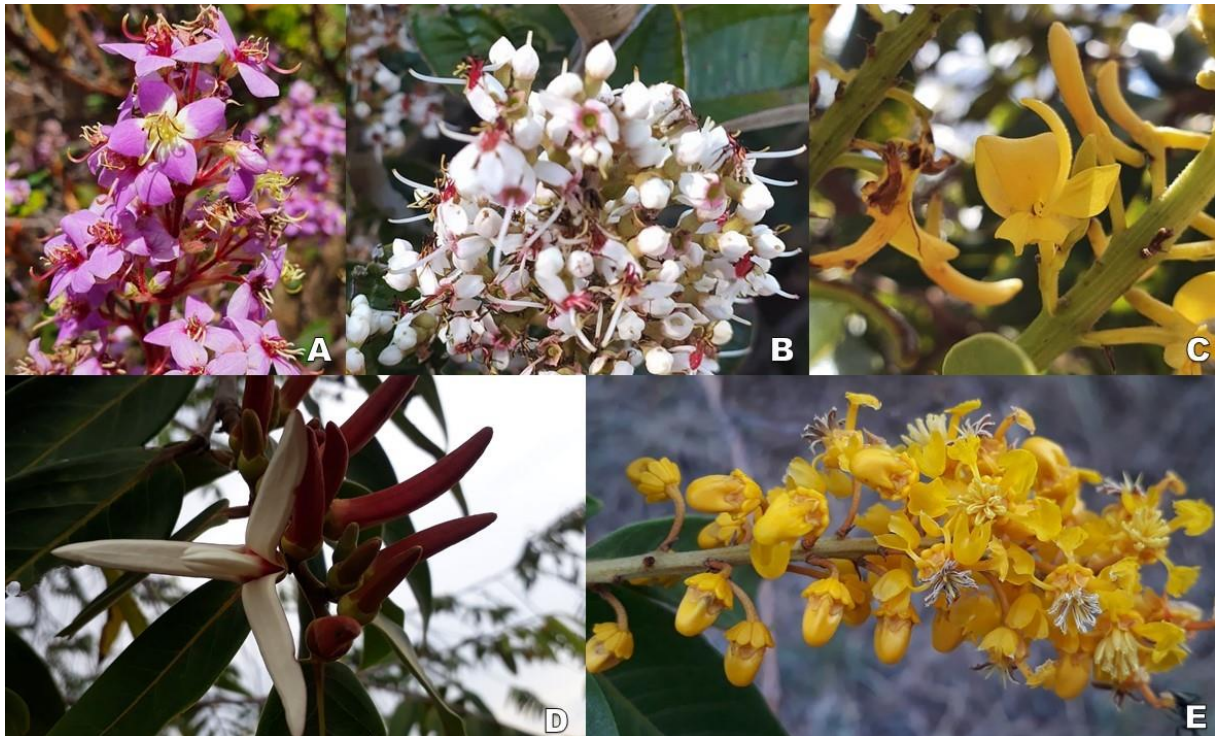
Fig. 3

2



1

Fig. 4



2
3

1 **ANEXO 1**

2 Disponível em

3 https://academic.oup.com/aob/pages/General_Instructions#PREPARING%20THE%20ARTI

4 CLE%20FILE

5 Introduction

6 **Scope of the journal**

7 *Annals of Botany* is published for the Annals of Botany Company by Oxford University Press.
8 Experimental, theoretical and applied papers on all aspects of plant science are welcome. To
9 merit publication in *Annals of Botany*, contributions should be substantial, written in clear
10 English and combine originality of content with potential general interest. The manuscript or
11 its essential content must not have been published or be under consideration for publication in
12 other journals, but may be published in a thesis or as an abstract, and we encourage deposit on
13 preprint servers such as BioRxiv. Submission of manuscripts that report small incremental
14 advances or are of geographically local interest only is discouraged unless the implications of
15 the findings are wide-reaching. Agronomic papers are expected to contain a substantial
16 amount of basic plant biology. In general, a paper is unlikely to be accepted unless the
17 referees and editors involved in its evaluation are enthusiastic about the science. The
18 Covering Letter is an essential part of all submissions. It should include an ~60 word
19 summary of the scientific strengths of the paper that the author(s) believe qualify it for
20 consideration by *Annals of Botany*.

21 **Language editing**

22 If English is not your first language, you may wish to have your manuscript edited for
23 language before submitting it. This is not a mandatory step, but may help to ensure that the

1 academic content of your paper is fully understood by journal editors and reviewers.
2 Language editing does not guarantee that your manuscript will be accepted for publication.
3 There are many specialist language editing services available and you can find these easily by
4 searching online. Authors are liable for all costs associated with such services.

5 **Charges**

6 Authors pay no fees or page charges unless electing for our Open Access scheme (see below
7 for details). The corresponding author receives a free copy of the issue of the Journal in which
8 their paper appears and a unique URL that gives access to a PDF (Portable Document Format)
9 file of their article.

10 **Open Access**

11 *Annals of Botany* offers the option of publishing under either a standard licence or an open
12 access licence. Please note that some funders require open access publication as a condition of
13 funding. If you are unsure whether you are required to publish open access, please do clarify
14 any such requirements with your funder or institution.

15 Should you wish to publish your article open access, you should select your choice of open
16 access licence in our online system after your article has been accepted for publication. You
17 will need to pay an open access charge to publish under an open access licence.

18 **Details of the open access licences and open access charges.**

19 OUP has a growing number of Read and Publish agreements with institutions and consortia
20 which provide funding for open access publishing. This means authors from participating

1 institutions can publish open access, and the institution may pay the charge. **Find out if your**
2 **institution is participating.**

3 **Types of article**

4 Primary research papers ('ORIGINAL ARTICLES') and 'TECHNICAL ARTICLES' should
5 not normally exceed ten printed pages. A 'REVIEW' submitted speculatively should
6 generally have fewer than 25 printed pages. Opinion papers ('VIEWPOINT') and
7 'RESEARCH IN CONTEXT' articles are also welcome: the latter category is for papers that
8 combine a review/overview of a subject area with original research that moves the topic
9 forward. 'INVITED REVIEWS' (generally up to 25 pages) and 'BOTANICAL BRIEFINGS'
10 (up to 6 pages) are published by invitation only. Note that with the exception of Botanical
11 Briefings, which are intended as short reviews, the number of pages suggested here is a
12 guideline: in all cases the length of an article should be appropriate to its scientific content.
13 The journal also publishes book reviews, but these are by invitation only (see Publishers'
14 Books for Review).

15 **Information about reviews**

16 As with all papers for Annals of Botany, reviews should carry an important message. Articles
17 for reviews might fit any of the following appropriate article types: Reviews, Viewpoints,
18 Botanical Briefings and Research-in-Context (see below for a brief outline of each type). We
19 ask you to write an article that is focussed and accessible for research, teaching and
20 information across our readership of professional botanists, and normally include intellectual
21 and practical implications, maybe suggesting novel research directions. We are not
22 prescriptive and there will be a different balance and length in each review – with Viewpoints

1 more opinionated but nevertheless rigorous, and reviews approaching meta-analysis,
2 reanalysis of data or integration of previous work are encouraged. Applied, analytical, policy-
3 driven and overview papers are also welcome.

4 Reviews should be novel, rigorous and "make a difference" to plant science. We want you to
5 use your expertise and judgement to discuss new work and ideas, develop new hypotheses,
6 expand and support models, or explain what is important and the implications and future for a
7 field. Each paper cited should carry an important message. We are not looking for blow-by-
8 blow and exhaustive coverage of a large field (as would be the case for e.g. Annual Reviews
9 or Current Plant Biology). The articles must have informative titles and abstracts, will
10 invariably be illustrated, normally including one or more conceptual/summary figures. Colour
11 will be free, all articles will be reviewed as appropriate for their content, and will be freely
12 downloadable without subscription.

13 Reviews should place the subject in context, include the most up-to-date references available
14 and add significantly to previous reviews in the topic with a critical overview of the topic. A
15 review will move forward research in the topic. They are generally up to around 12,000 words
16 in length, or typically 40 to 60 manuscript pages, and must include appropriate figures to help
17 illustrate the topic.

18 Research in Context should combine a review/overview of a subject area with original
19 research that moves the topic forward; i.e. it is a hybrid of review/research papers. Typically it
20 contains an extended Introduction that provides a general overview of the subject area before
21 incorporating new research results (potentially even meta-analyses) that move the subject
22 forward, with a Discussion that may propose general models, discuss impact of the research

1 and future opportunities. Research in Context papers are typically the length of a long
2 “normal” research paper, up to about 10,000 words and should be illustrated.

3 Viewpoints should present clear, concise and logical arguments supporting the authors’
4 opinions, and in doing so help stimulate discussions within the topic. A typically Viewpoint
5 would be about 4,000 words in length and should include at least one figure (e.g. a schematic
6 to illustrate the point being made).

7 Botanical Briefings are concise, perhaps more specialized reviews and usually cover topical
8 issues, maybe involving some controversy. They are much shorter in length (4000–6000
9 words) and normally have a limit of 40 references.

10 **Summary of submission processes**

11 Submission management and evaluation of submitted manuscripts will involve the Journal's
12 online manuscript submission system. The manuscript text should be prepared in English (see
13 PREPARING THE ARTICLE FILE below for details) and submitted online starting from our
14 login page. Figures, tables and other types of content should be organized into separate files
15 for submission (see PREPARING TABLE and FIGURE FILES , SUPPLEMENTARY
16 INFORMATION FILES and VIDEO FILES below for details). If you are using the online
17 submission system for the first time please go to the login page and generate a login name and
18 password after clicking on the “ First time authors only should register here ” link. If you are
19 already registered but need to be reminded of your login name or password please go to the
20 login page and click on “ Unknown/Forgotten password?”. There is extensive guidance
21 available throughout the submission process. To make use of this guidance please click on the
22 “Author Instructions” link or the “Tips” link situated at the top of every screen. In addition,

1 there are frequent context-sensitive help points throughout the site that can be opened by
2 clicking on the following symbol ?.

3 If you are unable to access our web-based submission system, please contact the Editorial
4 Office (e-mail: office@annbot.com) for alternative methods of submitting your paper. The
5 postal address is Annals of Botany Editorial Office, Department of Plant Sciences, University
6 of Oxford, South Parks Road, Oxford, OX1 3RB, UK.

7 **Preparing a covering letter**

8 Each submission should be accompanied by a Covering Letter formatted in MS Word (file
9 type DOC) or in Rich Text Format (file type RTF). The letter should include contact details of
10 the corresponding author, the title and authorship of the paper, and should state if the paper is
11 a first submission, revision or a resubmission. It must also include an ~60 word summary of
12 the scientific strengths of the paper that the author(s) believe qualify it for consideration
13 by *Annals of Botany*. The manuscript reference number must be given if the paper is a
14 revision or resubmission. If the paper is a revised or resubmitted manuscript, the letter should
15 explain what changes have been made to the manuscript and where changes requested by the
16 Handling Editor and referees have not been carried out. Any other information to which
17 authors wish to draw the Chief Editor's attention should also be included in this letter.

18 **Publication Ethics**

19 Authors should observe high standards with respect to publication ethics. The Journal is a
20 member of the Committee on Publication Ethics (COPE). Any cases of ethical misconduct are
21 treated very seriously and will be dealt with in accordance with the COPE guidelines. Further
22 information about OUP's ethical policies followed by *Annals of Botany*. All work submitted

1 to *Annals of Botany* should be novel, rigorous and substantial, and the Editors may make
2 plagiarism checks at any time after submission.

3 The corresponding author agrees by submission of a manuscript that 1) the work is free of
4 plagiarism and is not under consideration for publication elsewhere; 2) all authors have
5 agreed to publication in *Annals of Botany* ; 3) all those contributing substantial ideas and
6 work have been appropriately acknowledged or given co-authorship; 4) all addresses and
7 institutional affiliations are complete and correct; 5) all national laws relating to the research
8 have been complied with; 6) funding sources and conflicts of interest have been appropriately
9 acknowledged; and 7) authorization to publish all parts of the submission from employers,
10 intellectual property or copyright holders, funders, and others is given. A published paper
11 subsequently found not to have fulfilled all of these criteria may be retracted or, at the
12 journal's sole discretion, a correction may be published. We reserve the right to charge authors
13 the full original cost of publishing any subsequently retracted paper, or the cost of publishing
14 any correction.

15 **Preparing the Article File**

16 (Always consult a recent issue of *Annals of Botany* for layout and style)

17 Text should be typed using size 12 Times New Roman or Courier, double-spaced throughout
18 and with an approx. 25 mm margin. All pages should be numbered sequentially. Each line of
19 the text should also be numbered, with the top line of each page being line 1. The article file
20 should be in PC-compatible Microsoft Word - file type DOC [please make sure the
21 "Language" is "English (U.K)" via Tools → Language → Set Language]. RTF files are also
22 acceptable. Please do not use the Windows Vista DOCX format: if you have created the text

1 in this format, please save the files as RTF before submitting them. Please do *not* submit
2 PDFs, desktop publishing files or LaTeX files. The article file should *include* a list of any
3 figure legends but *exclude* any figures themselves – these should be submitted separately,
4 with each figure in a separate file. Tables should be included at the end of the article file, in a
5 Word format and *not* embedded as an image/picture. For more details see below under
6 PREPARING TABLE and FIGURE FILES, SUPPLEMENTARY INFORMATION FILES
7 AND VIDEO FILES .

8 It is NOT journal style to have footnotes within articles. Any such notes must be incorporated
9 into the main text, for example within brackets or as a separate paragraph.

10 The first page should state the type of article (e.g. Original Article, Technical Article) and
11 provide a concise and informative full title followed by the names of all authors. Where
12 necessary, each name should be followed by an identifying superscript number (¹, ², ³ etc.)
13 associated with the appropriate institutional address to be entered further down the page. For
14 papers with more than one author, the corresponding author's name should be followed by a
15 superscript asterisk*. The institutional address(es) of each author should be listed next, each
16 address being preceded by the relevant superscript number where appropriate. A running title
17 of not more than 75 characters, including spaces, should also be provided, followed by the e-
18 mail address of the corresponding author. Please follow the layout used for the first page of
19 papers published in *Annals of Botany* .

20 The second page should contain a structured Abstract not exceeding 300 words made up of
21 bulleted headings. For ‘ORIGINAL ARTICLES’ these heading will normally be as follows:

- 22
- *Background and Aims*

- 1 • *Methods*
- 2 • *Key Results*
- 3 • *Conclusions*

4 Alternative bulleted headings, such as ‘ *Background* ’, ‘ *Scope* ’ and ‘ *Conclusions* ’, are also
5 acceptable for ‘REVIEWS’, ‘INVITED REVIEWS’, ‘BOTANICAL BRIEFINGS’,
6 ‘TECHNICAL ARTICLES’ papers and ‘VIEWPOINT’ papers.

7 The Abstract should be followed by between three and 12 Key words that include the
8 complete botanical name(s) of any relevant plant material. If many species are involved,
9 species groups should be listed instead. Note that essential words in the title should be
10 repeated in the key words since these, rather than the title, are used in some electronic
11 searches. Title , Abstract and Key words should be self-explanatory without reference to the
12 remainder of the paper.

13 The third and subsequent pages should comprise the remaining contents of the article text.
14 ‘ORIGINAL ARTICLES’ will usually have the structure INTRODUCTION, MATERIALS
15 AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION, ACKNOWLEDGEMENTS and
16 LITERATURE CITED followed by a list of captions to any figures.

17 The RESULTS section should not include extensive discussion and data should not be
18 repeated in both graphical and tabular form. The DISCUSSION section should avoid
19 extensive repetition of the RESULTS and *must* finish with some conclusions.

20 Abbreviations are discouraged *except* for units of measurement, standard chemical symbols
21 (e.g. S, Na), names of chemicals (e.g. ATP, Mes, Hepes, NaCl, O₂), procedures (e.g. PCR,
22 PAGE, RFLP), molecular terminology (e.g. bp, SDS) or statistical terms (e.g. ANOVA, s.d.,

1 s.e., n , F , t -test and r^2) where *these are in general use*. Other abbreviations should be
2 spelled out at first mention and all terms must be written out in full when used to start a
3 sentence. Abbreviations of scientific terms should not be followed by a full stop. Use the
4 minus index to indicate 'per' (e.g. m^{-3} , L^{-1} , h^{-1}) except in such cases as 'per plant' or 'per
5 pot'. If you decide that a list of abbreviations would help the reader, this should be included as
6 an Appendix.

7 Units of Measurement. Use the *Système international d'unités* (SI) wherever possible. If non-
8 SI units have to be used, the SI equivalent should be added in parentheses at first mention. For
9 units of volume, expressions based on the cubic metre (e.g. $5 \times 10^{-9} \text{m}^3$, $5 \times 10^{-6} \text{m}^3$ or $5 \times$
10 10^{-3}m^3) or the litre (e.g. 5 μL , 5 mL, 5 L) are acceptable, but one or other system should be
11 used consistently throughout the manuscript. Typical expressions of concentrations might be
12 5 mmol m^{-3} , 5 μM (for 5 $\mu\text{mol L}^{-1}$), or 25 mg L^{-1} . The Dalton (Da), or more conveniently
13 the kDa, is a permitted non-SI unit of protein mass.

14 Names of plants must be written out in full (Genus, species) in the abstract and again in the
15 main text for every organism at first mention (but the genus is only needed for the first
16 species in a list within the same genus, e.g. *Lolium annuum*, *L. arenarium*). The authority
17 (e.g. L., Mill., Benth.) is *not* required unless it is controversial. Guidance for naming plants
18 correctly is given in The International Plant Names Index and in *The Plant Book: a Portable*
19 *Dictionary of the Vascular Plants* (1997) by D.J. Mabberley (Cambridge: Cambridge
20 University Press. ISBN 0521-414210-0). After first mention, the generic name may be
21 abbreviated to its initial (e.g. *A. thaliana*) except where its use causes confusion.

22 Any cultivar or variety should be added to the full scientific name e.g. *Solanum*
23 *lycopersicum* 'Moneymaker' following the appropriate international code of practice. For

- 1 guidance, refer to the ISHS *International Code of Nomenclature for Cultivated Plants* (2004)
- 2 edited by C.D. Brickell, B. R. Baum, W. L. A. Hettterscheid, A. C. Leslie, J. McNeill, P.
- 3 Trehane, F. Vrugtman, J. H. Wiersema (ISBN 3-906166-16-3).
- 4 Once defined in full, plants may also be referred to using vernacular or quasi-scientific names
- 5 without italics or uppercase letters (e.g. arabidopsis, dahlia, chrysanthemum, rumex, soybean,
- 6 tomato). This is often more convenient.
- 7 Items of Specialized Equipment mentioned in MATERIALS AND METHODS should be
- 8 accompanied by details of the model, manufacturer, and city and country of origin.
- 9 Numbers up to and including ten should be written out unless they are measurements. All
- 10 numbers above ten should be in numerals except at the start of sentences. Dates should be in
- 11 the form of 10 Jan. 1999, and Clock Time in the form of 1600 h.
- 12 Mathematical equations must be in proper symbolic form; word equations are not acceptable.
- 13 Each quantity should be defined with a unique *single character* or symbol together with a
- 14 descriptive subscript if necessary. Each subscript should also be a *single character* if possible,
- 15 but a short word is permissible. For example, a relationship between plant dry mass and fresh
- 16 mass should appear as $M_d = 0.006 M_f^{1.461}$, where M_d is plant dry mass and M_f is plant fresh
- 17 mass; and not as $DM = 0.006 FM^{1.461}$.
- 18 The meaning of terms used in equations should be explained when they first appear. Standard
- 19 conventions for use of *italics* only for variables should be followed: normal (Roman) font
- 20 should be used for letters that are identifiers. Thus in the above example, M is the *variable*
- 21 *quantity* of mass, the subscripts d and f are identifiers for dry and fresh respectively.

1 *Special note regarding 'Equation Editor' and other software for presentation of*
2 *mathematics* . Symbols and equations that are imported into Word documents as embedded
3 objects from other software packages are generally incompatible with typesetting software
4 and have to be re-keyed as part of the proof-making process. It is therefore strongly advisable
5 to type symbols and equations directly into MS Word wherever possible. Importing from
6 other software should ideally be confined to situations where it is essential, such as two-line
7 equations (i.e. where numerators and denominators cannot be set clearly on a single line using
8 '/') and to symbols that are not available in Word fonts. This will minimize the risk of errors
9 associated with rekeying by copyeditors.

10 Summary statistics should be accompanied by the number of replicates and a measure of
11 variation such as standard error or least significance difference. Analysis of variance is often
12 appropriate where several treatments are involved. Presentation of an abridged ANOVA table
13 is permissible when its use illustrates critical features of the experiment.

14 Chemical, biochemical and molecular biological nomenclature should be based on rules of
15 the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) and the International Union
16 of Biochemistry and Molecular Biology (IUBMB). Chapter 16 of *Scientific Style and*
17 *Format. The CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers 6th edn.*, by Edward J. Huth
18 (Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0-521-47154-0) gives guidelines.

19 Sequence information. Before novel sequences for proteins or nucleotides can be published,
20 authors are required to deposit their data with one of the principal databases comprising the
21 International Nucleotide Sequence Database Collaboration: EMBL Nucleotide Sequence
22 Database, GenBank, or the DNA Data Bank of Japan and to include an accession number in
23 the paper. Sequence matrices should only be included if alignment information is critical to

1 the message of the paper. Such matrices can be in colour but should not occupy more than one
2 printed page. Larger matrices will only be printed by special agreement but may more readily
3 be published electronically as Supplementary Information (see below).

4 Gene nomenclature. Species-specific rules on plant gene nomenclature are available for:

- 5 • maize;
- 6 • rice;
- 7 • wheat and
- 8 • arabidopsis.

9 Otherwise, *Annals of Botany* adopts the following conventions for abbreviations: each gene
10 abbreviation is preceded by letters identifying the species of origin. Lower-case italics should
11 be used for mutant genes (e.g. *Rp-etr1*); upper-case italics (e.g. *Le-ACO1*) for wild-type
12 genes; upright lower-case for proteins of mutated genes (e.g. Le-adh1); and upright upper-
13 case for proteins of wild-type genes (e.g. At-MYB2). It may often be helpful to readers if the
14 names of genes or gene families are spelled out in full at first mention.

15 Citations in the text. These should take the form of Felle (2005) or Jacobsen and Forbes
16 (1999) or (Williamson and Watanabe, 1987; Rodrigues, 2002 *a, b*) and be ordered
17 chronologically. Papers by three or more authors, even on first mention, should be
18 abbreviated to of the name the first author followed by et al. (e.g. Zhang *et al.* , 2005). If two
19 different authors have the same last name, give their initials (e.g. NH Kawano, 2003) to avoid
20 confusion. Only refer to papers as 'in press' if they have been accepted for publication in a
21 named journal, otherwise use the terms 'unpubl. res.', giving the initials and location of the

- 1 person concerned. (e.g. H Gautier, INRA, Lusignan, France, unpubl. res.) or 'pers. comm.'
- 2 (e.g. WT Jones, University of Oxford, UK, 'pers. comm.')
- 3 The LITERATURE CITED should be arranged alphabetically based on the surname of the
- 4 first or sole author. Where the same sole author or same first author has two or more papers
- 5 listed, these papers should be grouped in year order. Where such an author has more than one
- 6 paper *in the same year* , these should be ordered with single authored papers first followed by
- 7 two-author papers (ordered first alphabetically based on the second author's surname, then by
- 8 year) , and then any three-or-more-author papers (in year order only). Italicized letters ' a ' ,
- 9 ' b ' , ' c ' , etc., should be added to the date of papers with the same first authorship and year.
- 10 For papers with *six* authors or fewer, please give the names of *all* the authors. For papers
- 11 with *seven* authors or more, please give the names of the *first three* authors only, followed
- 12 by *et al* .
- 13 Each entry must conform to one of the following styles according to the type of publication.
- 14 *Books*
- 15 Öpik H, Rolfe S. 2005. *The physiology of flowering plants. Physicochemical and*
- 16 *environmental plant physiology* , 4th edn. Cambridge: Cambridge University Press.
- 17 *Chapters in books*
- 18 Scandalios JG. 2001. Molecular responses to oxidative stress. In: Hawkesford MJ, Buchner P,
- 19 eds. *Molecular analysis of plant adaptation to the environment* . Dordrecht: Kluwer, 181-208.
- 20 *Research papers*

1 Popper ZA, Fry SC. 2003. Primary cell wall composition of bryophytes and
2 charophytes. *Annals of Botany* 91: 1–12.

3 *Papers published online ahead of print*

4 Forster MA, Ladd B, Bonser SP. 2011. Optimal allocation of resources in response to shading
5 and neighbours in the heteroblastic species, *Acacia implexa*. *Annals of Botany* , in press.
6 doi:10.1093/aob/mcq228.

7 NB include the doi number: a search for the doi will always be directed to the most recent
8 version, so the reader will be able to find the final published paper as soon as it appears.

9 *Online-only journals*

10 Levine N, Ben-Zvi G, Seifan M, Giladi I. 2019. Investment in reward by ant-dispersed plants
11 consistently selects for better partners along a geographic gradient. *AoB PLANTS* 11: plz027.
12 doi: 10.1093/aobpla/plz027

13 NB include the doi number after the volume and article number.

14 *Theses*

15 Tholen D. 2005. *Growth and photosynthesis in ethylene-insensitive plants* . PhD Thesis,
16 University of Utrecht, The Netherlands.

17 *Anonymous sources*

18 Anonymous . Year. *Title of booklet, leaflet, report, etc.* City: Publisher or other source,
19 Country.

1 References to websites should be structured as: Author(s) name, author(s) initial(s). year. *Full*
2 *title of article* . Full URL. Date of last successful access (e.g. 12 Jan. 2003)

3 *Acknowledgements*

4 In the ACKNOWLEDGEMENTS, please be brief. 'We thank . . .' (not 'The present authors
5 would like to express their thanks to . . .'). We encourage author-contribution statements
6 within the Acknowledgement section.

7 *Funding information*

8 Details of all funding sources for the work in question should be given in a separate section
9 entitled 'Funding'. This should appear before the 'Acknowledgements' section.

10 The following rules should be followed:

- 11 • The sentence should begin: 'This work was supported by ...'
- 12 • The full official funding agency name should be given, i.e. 'the National Cancer
13 Institute at the National Institutes of Health' or simply 'National Institutes of Health'
14 not 'NCI' (one of the 27 substitutions) or 'NCI at NIH'
- 15 • Grant numbers should be complete and accurate and provided in brackets as follows:
16 '[grant number ABX CDXXXXXX]'
- 17 • Multiple grant numbers should be separated by a comma as follows: '[grant numbers
18 ABX CDXXXXXX, EFX GHXXXXXX]'
- 19 • Agencies should be separated by a semi-colon (plus 'and' before the last funding
20 agency)

- 1 • Where individuals need to be specified for certain sources of funding the following
2 text should be added after the relevant agency or grant number 'to [author initials]'.

3 An example is given here: ‘This work was supported by the National Institutes of Health [P50
4 CA098252 and CA118790 to R.B.S.R.] and the Alcohol & Education Research Council [HFY
5 GR667789].

6 Oxford Journals will deposit all NIH-funded articles in PubMed Central. See Author
7 Resources for details. Authors must ensure that manuscripts are clearly indicated as NIH-
8 funded using the guidelines above.

9 *Crossref Funding Data Registry*

10 In order to meet your funding requirements authors are required to name their funding
11 sources, or state if there are none, during the submission process. For further information on
12 this process or to find out more about CHORUS, visit the CHORUS initiative.

13 **Appendix**

14 If elaborate use is made of units, symbols and abbreviations, or a detailed explanation of one
15 facet of the paper seems in order, further details may be included in a separate APPENDIX
16 placed after the LITERATURE CITED.

17 For more detail and information on types of files required for text, graphics and tables etc.,
18 please see the next section.

1 **Availability of Data and Materials**

2 Where ethically feasible, *Annals of Botany* strongly encourages authors to make all data and
3 software code on which the conclusions of the paper rely available to readers. We suggest that
4 data be presented in the main manuscript or additional supporting files, or deposited in a
5 public repository whenever possible. For information on general repositories for all data
6 types, and a list of recommended repositories by subject area, please see [Choosing where to](#)
7 [archive your data](#).

8 **Data Citation**

9 *Annals of Botany* supports the [Force 11 Data Citation Principles](#) and requires that all publicly
10 available datasets be fully referenced in the reference list with an accession number or unique
11 identifier such as a digital object identifier (DOI). Data citations should include the minimum
12 information recommended by [DataCite](#):

- 13 • [dataset]* Authors, Year, Title, Publisher (repository or archive name), Identifier

14 *The inclusion of the [dataset] tag at the beginning of the citation helps us to correctly
15 identify and tag the citation. This tag will be removed from the citation published in the
16 reference list.

17 **Preprint policy**

18 Authors retain the right to make an Author's Original Version (preprint) available through
19 various channels, and this does not prevent submission to the journal. For further information
20 see our [Online Licensing, Copyright and Permissions policies](#). If accepted, the authors are

1 required to update the status of any preprint, including your published paper's DOI, as
2 described on our [Author Self-Archiving policy page](#).

3 **Preparing Tables, Figure Files, Supplementary Information Files and Videos**

4 Each figure, video and set of supplementary information should be prepared as a separate file
5 on your computer in preparation for online submission. Tables should be included at the end
6 of the Word file containing the main text (see below). Towards the bottom of the first
7 submission screen of the online submission system, you should enter the appropriate number
8 of files you have in each category. This creates the spaces (boxes) that will accommodate the
9 files when they are uploaded later. The files are categorized as 'Colour Figures', 'Black and
10 White Figures', 'Supplemental Material' and 'Video'.

11 Tables. The best guide for laying out tables and diagrams are papers in a recent issue
12 of *Annals of Botany*. Tables should be placed at the end of the main text file after the
13 Literature Cited, and include a complete caption above the table and be numbered Table 1,
14 Table 2 etc. according to the order in which they are first mentioned in the text. When
15 preparing tables, adopt the 'Tables' set-up in MS Word, using one cell for each datum cluster
16 (e.g. 12.2 ± 1.65) and avoid the use of the 'return' key. If the tables have been prepared in MS
17 Excel, please paste them into the Word document as text, not as an object: i.e. it should be
18 possible in Word to select and edit the text within the table.

19 Figures. All images (line diagrams, drawings, graphs, photographs, plates) are considered
20 'Figures'. Each figure should be in a separate file and be numbered (Fig. 1, Fig. 2 etc.) in the
21 order they are first mentioned in the text. Group related graphics into a single figure and label
22 A, B, C, etc. following the style in recent issues of the Journal. Images (micrographs, maps,

1 plants) should have internal scale bars. Colour images are encouraged and printed without
2 charge where they enhance the clarity of the scientific information. Line diagrams are
3 normally black on white but may be in colour where this enhances clarity. Consider that some
4 readers will use black-and-white printouts or have reduced colour vision. Height and width of
5 figures should be chosen to not exceed 23cm in height and for either single (8.4 cm wide) or
6 double (up to 17.3 cm wide) column reproduction. Graphs and diagrams are often redrawn
7 and should be inspected carefully in proofs.

8 We suggest supplying figures for first submissions as PowerPoint PPT (drawings) or JPG
9 (images) files at 300 dpi (= 120 pixels/cm) and 8.4 or 17.3cm wide. Ensure the PDF created
10 for review is less than 5MB in size, the points you make are clearly visible in the figures, and
11 that all pages in the PDF are approximately the same width; if not, please revise figures and
12 recreate the PDF. Reviewers may not be able to download very large PDFs nor wish to resize
13 pages. After review of your manuscript, and provisional acceptance, please submit original
14 figures in non-compressed formats: EPS, AI, or PPT files are suitable for diagrams, and TIF,
15 PSD or a low-compression JPG at 600dpi or 300 dpi at print size for photographic or other
16 images. Please do not supply photographic images as PowerPoint files nor save PowerPoint
17 files in TIF or JPG format as these are generally of poor resolution. If figures are drawn in
18 PowerPoint and contain imported images, then please supply the image files separately as
19 clearly labelled supplementary files. PDF files are not acceptable for reproduction. JPG files
20 should not be repeatedly saved as this reduces quality.

21 Large amounts of additional information can be submitted for publication electronically as
22 Supplementary Information provided that it is not essential for a basic understanding of the
23 main paper. Supplementary material will be refereed along with the core paper. At appropriate

1 positions in the main text authors should indicate what details are being made available,
2 followed by the words [**Supplementary Information**] in bold and between square brackets.
3 The online submission system provides space for supplementary information to be uploaded
4 in “Supplemental Material” files. Please ensure your supplementary files have succinct but
5 descriptive file names so that readers can understand what they contain. Where the files are
6 associated with particular elements in the article, please make this clear in the file name – for
7 example, ‘supplementary table 2’, ‘detailed method description’, ‘supplementary figures 1-5’
8 – and avoid using generic file names such as ‘supplementary file 4’. The appropriate number
9 of these types of file can be selected towards the bottom of the first submission screen.
10 Similarly, if you are including a video you should enter [**Supplementary Information - Video**
11] in bold and between square brackets at the appropriate place(s) in the text. A video can be
12 uploaded after selecting a “Video” file on the first submission screen. The movie should be
13 created in a widely available program such as Windows MediaPlayer. A short paragraph
14 describing the contents of any Supplementary Information or Video should also be inserted in
15 the main text immediately before **ACKNOWLEDGEMENTS**.

16 Reproducing material from other published work. If material from work already published
17 elsewhere is included in the article (for example, a figure used to illustrate a review) then
18 permission must be obtained in advance from the copyright holder. Even before you submit
19 your article to the journal, please ensure you that you explore the copyright situation for the
20 material you wish to use, identify any relevant copyright holders, and establish whether you
21 are likely to be able to obtain permissions from them. When seeking permission to reproduce
22 any kind of third party material, please request the following: (1) non-exclusive rights to
23 reproduce the material in the specified article and journal published by Oxford Journals, a
24 division of Oxford University Press; (2) print and electronic rights, ideally for use in any form

1 or medium. If not possible to secure such broad-ranging rights, we do need the right to make
2 the content available online; (3) the right to use the material for the life of the work (no time-
3 restrictions such as one year etc on the licence granted); (4) world-wide English-language
4 rights; if rights for all languages can be secured, this is preferable; and (5) the right to use
5 images with a resolution of 300 dpi in the PDF version of the journal, or 72 dpi in the HTML
6 version. Please contact the Annals of Botany Editorial Office if you have any queries
7 regarding obtaining permission to reproduce material that may be under copyright.

8 Third-Party Content in Open Access papers. If you will be publishing your paper under an
9 Open Access licence but it contains material for which you do not have Open Access re-use
10 permissions, please state this clearly by supplying the following credit line alongside the
11 material:

12 *Title of content*

13 *Author, Original publication, year of original publication, by permission of [rights holder]*

14 *This image/content is not covered by the terms of the Creative Commons licence of this*
15 *publication. For permission to reuse, please contact the rights holder.*

16 The Review Process

17 The corresponding author and all co-authors receive an acknowledgment of receipt of the
18 manuscript and a manuscript reference number by e-mail. The corresponding author is
19 informed when a Handling Editor has been assigned to the paper. Manuscripts considered
20 suitable for peer review are sent to at least two outside referees. We give referees a target of
21 two weeks for the return of their reports. Currently less than 25 % of submitted papers are

- 1 accepted. Authors are asked to revise provisionally accepted articles within four weeks. To
2 view the make-up of the Editorial Board click on [View full editorial board](#).
- 3 **Formatting and Submitting a Revised Paper**
- 4 The technical requirements for the Article, Table and Figure Files etc. are as described above
5 for the first submission. If the technical requirements are not met, the paper will be sent back
6 to the author until satisfactory files are provided. Revised papers are checked by a member of
7 the Editorial Board and may be subject to a further round of refereeing.
- 8 **Acceptance, Proofs, Production and Publication**
- 9 When a paper is finally accepted you will be asked to supply some additional material for our
10 *Content Snapshot* feature. Each *Content Snapshot* comprises a thumbnail image relevant to
11 the paper and a short summary of its principal findings. For this, you will be asked to prepare
12 a suitable Snapshot Image file (in colour) for the thumbnail illustration and also a short
13 summary title and text (up to 60 words) to associate with the image. [Examples of](#)
14 [Content Snapshots](#).
- 15 You will also be invited to submit an eye-catching front cover picture and about 60 words of
16 text for possible printing on the inside cover of the issue in which your article would appear.
17 The technical requirements are similar to those for manuscript photographs. The picture
18 should be sharp, of good contrast and be related to the content of the submitted paper;
19 however, it need not be duplicated in the paper itself. The image should be sent as a TIFF,
20 JPG or GIF file at 300 dpi, size approx. 10 × 10 cm. Authors of selected material will receive
21 a copy of the cover illustration and a complimentary copy of the relevant issue of the Journal.

1 After acceptance you will also be asked to complete the online Licence to Publish form. This
2 form also offers the opportunity to choose to have the full text and PDF versions of the paper
3 made available to non-subscribers online from the time of first publication (Open Access).
4 There is a charge for this, which varies depending on circumstances (see [this page](#).) but it is
5 considerably cheaper for authors whose university or institution subscribes to the Journal, and
6 for authors in developing countries. If you do not select the Open Access option, your paper
7 will be published with standard subscription-based access and no charge will be made.

8 This feature is accessible by subscribers and non-subscribers from the [Journal's home page](#).
9 Corresponding authors will receive PDF proofs by e-mail attachment approximately 4–6
10 weeks after acceptance. Corrected proofs should be returned within 24 h. Adobe Acrobat
11 Reader will be needed to read the PDF proof and is [downloadable without charge](#). Authors
12 should pay special attention to diagrams, figures and to equations since these items are
13 usually re-keyed or redrawn by the publisher.

14 **Publication and printing process**

15 Once corrected proofs have been received and checked, the paper is posted on the website
16 approximately six weeks ahead of print under *AOB Preview* . Each article is identified by a
17 unique DOI (Digital Object Identifier), a code that can be used in bibliographic referencing
18 and searching. The DOI and date of electronic publication in *AOB Preview* are also printed in
19 the normal fully paginated monthly issue that is published about six weeks later. The paper
20 will appear online and in print during the week preceding the start of the month of issue. The
21 dates of submission, first return for revision, final acceptance and date of electronic
22 publication of each article are printed on each paper.

- 1 The corresponding author will receive a free copy of the printed issue in which their paper
- 2 appears and a free URL that gives access to the article online and to a downloadable PDF.
- 3 The corresponding author is responsible for distributing this URL to any co-authors.

4 **Post-publication services**

- 5 Monthly alerts that supply the Journal's current Table of Contents can be requested by
- 6 clicking on [Email table of contents](#) or by using an RSS feed. For more details on the latter
- 7 click on [XML RSS feed](#). Readers can also be alerted to related papers in *Annals of Botany* and
- 8 a wide range of other journals using the High Wire 'CiteTrack' alerting system. To access
- 9 this click on [CiteTrack](#).

10 Formal Statement

- 11 Upon receipt of accepted manuscripts at Oxford Journals authors will be invited to complete
- 12 an online copyright licence to publish form. Please note that by submitting an article for
- 13 publication you confirm that you are the corresponding/submitted author and that Oxford
- 14 University Press ("OUP") may retain your email address for the purpose of communicating
- 15 with you about the article. You agree to notify OUP immediately if your details change. If
- 16 your article is accepted for publication OUP will contact you using the email address you
- 17 have used in the registration process.

- 18 Authors or their employers retain copyright on articles published in *Annals of Botany*.
- 19 However, it is a condition of publication in the Journal that authors or their employers grant
- 20 an exclusive licence to the Annals of Botany Company by completing and signing the Licence
- 21 to Publish. This ensures that requests from third parties to reproduce articles are handled
- 22 efficiently and consistently and allows the article to be disseminated as widely as possible.

1 The Licence permits authors to use their own material in other publications provided that the
2 Journal is acknowledged as the original place of publication. More about rights and
3 permissions.

4 The official publication date is the date on which the paper is first posted electronically on the
5 website. This date will normally be when the paper appears in *AOBPreview* . If a paper is not
6 posted in *AOBPreview*, the date of publication is the date of first appearance in a fully
7 paginated print or electronic monthly issue.

8 **Author Self-Archiving/Public Access policy**

9 For information about this journal's policy, please visit our Author Self-Archiving policy
10 page.

11