

# CAPÍTULO 9

## FLORESCIMENTO EM TESTE DE PROCEDÊNCIA E PROGÊNIES DE *Astronium fraxinifolium* Schott (ANACARDIACEAE) EM TRÊS EVENTOS REPRODUTIVOS

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 05/08/2020

### **Maiara Ribeiro Cornacini**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Instituto de Biociências  
Botucatu – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/3936373689548055>

### **Marcelo Augusto Mendes Alcantara**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Instituto de Biociências  
Botucatu – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/0923584246895009>

### **Janáina Rodrigues da Silva**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Engenharia  
Ilha Solteira – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/3648614993783229>

### **Aparecida Juliana Martins Corrêa**

UFSCar, Departamento de Ciências Ambientais  
Sorocaba – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/4940603316970363>

### **José Cambuim**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Engenharia  
Ilha Solteira – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/5152847446700067>

### **Ricardo de Oliveira Manoel**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Instituto de Biociências  
Botucatu – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/5476257868603124>

### **Patrícia Ferreira Alves**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Engenharia  
Ilha Solteira – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/7474970743771645>

### **Bruno César Rossini**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Instituto de Biotecnologia  
Botucatu – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/1696102117856353>

### **Ananda Virginia de Aguiar**

Embrapa - Embrapa Florestas  
Colombo – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/5613653432409380>

### **Mário Luiz Teixeira de Moraes**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Engenharia  
Ilha Solteira – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/9339164677717394>

### **Celso Luis Marino**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Instituto de Biociências  
Botucatu – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/0165348738208319>

**RESUMO:** O desbalanceamento da razão sexual no caso de espécies dioicas implica na contribuição desigual do número de gametas, o que reduz o tamanho efetivo populacional. Nesse sentido, realizou-se a identificação sexual de indivíduos de *Astronium fraxinifolium*, espécie madeireira pertencente à família Anacardiaceae, dioica, e que habita naturalmente a região de

transição de Floresta Estacional Semidecidual e o Cerrado. Os indivíduos estão localizados em teste de procedências e progênies na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS/UNESP, em Selvíria – MS, instalado em 1996 no delineamento experimental de blocos completos casualizados, com 30 tratamentos (famílias) de Mato Grosso do Sul (MS) e 30 de São Paulo (SP), 5 repetições e 10 plantas por parcela, no espaçamento de 3 m × 1,5 m, em plantio alternado com *Jacaranda cuspidifolia*. A identificação sexual das árvores ocorreu nos anos de 2014, 2017 e 2018 com base na visualização das flores masculinas e femininas. Na estação reprodutiva de 2014, 2017 e 2018 foram observadas flores em 130, 186 e 335 em indivíduos de SP, respectivamente, e 194, 331 e 542 em indivíduos de MS, respectivamente. Nos três eventos a procedência de MS teve uma porcentagem maior de florescimento (16%, 28% e 47%) que SP (11%, 17% e 31%) e a razão sexual foi tendenciosa para as flores masculinas: 2,34, 2 e 1,14 para MS e 2,78, 1,69 e 1,39 para SP. Foi possível perceber o aumento do florescimento e a tendência a um equilíbrio entre a razão sexual, já que na natureza é comumente encontrado razão de 1:1. Isso pode ter ocorrido pela diminuição natural de *J. cuspidifolia* no teste, por uma maturação mais tardia de alguns indivíduos ou pela idade dos indivíduos, portanto novas investigações são necessárias para compreender melhor a biologia reprodutiva da espécie.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gonçalo - alves, conservação genética, dioica, espécie nativa, biologia reprodutiva.

#### FLOWERING IN TEST OF PROVENANCE AND PROGENIES OF *Astronium fraxinifolium* Schott (ANACARDIACEAE) IN THREE REPRODUCTIVE EVENTS

**ABSTRACT:** The unbalanced sex ratio in dioecious species implies the unequal contribution of the number of gametes, thus reducing the effective population size. In this sense, we did the sexual identification of individuals of *Astronium fraxinifolium*, a timber specie belonging to Anacardiaceae family, dioecious, and that naturally inhabits the Cerrado. The individuals are located in a provenance and progeny test at the UNESP's farm, in Selvíria – MS, Brazil, installed in 1996 in a randomized complete block design with 30 families from Mato Grosso do Sul (MS) and 30 from São Paulo (SP), 5 replicates and 10 plants per plot, spaced 3 m × 1.5 m, alternating with *Jacaranda cuspidifolia*. The sexual identification of the trees occurred in 2014, 2017 and 2018 based on the visualization of the male and female flowers, we observed at 130, 186 and 335 trees from SP and 194, 331 and 542 trees from MS respectively. In all the events the provenance of MS had a higher flowering percentage (16%, 28% and 47%) than SP (11%, 17% and 31%). The sex ratio was biased for the male flowers: 2.34, 2.0 and 1.14 for MS and 2.78, 1.69 and 1.39 for SP. We observed a flowering increase and a tendency to a balance between the sex ratio. This could occurred for some reasons: by the natural decrease of *J. cuspidifolia* in the test, by a later maturation of some individuals or by the age of individuals, so further investigations are necessary to better understand the species reproductive biology.

**KEYWORDS:** Gonçalo – alves, genetic conservation, dioecious, native species, reproductive biology.

## 1 | INTRODUÇÃO

O sistema de reprodução se refere à forma como as espécies recombina seus genes a cada evento reprodutivo e formam as populações descendentes. Neste sentido, conhecer sobre o florescimento da espécie é fundamental para estabelecer estratégias para a conservação genética e recuperação ambiental. Principalmente no caso de plantas dioicas, onde a proporção desbalanceada do sexo implica na contribuição desigual do número de gametas, o que reduz o tamanho efetivo populacional (VENCOSKY et al., 2012) e afeta diretamente na sua conservação genética.

Fatores como a redução da endogamia, especialização sexual e seleção disruptiva contribuíram para evolução da dioicia (BAWA, 1980, FREEMAN et al., 1997) que é caracterizada pela presença de indivíduos produtores de flores exclusivamente femininas ou masculinas (FREEMAN et al. 1997; TANURDZIC; BANKS, 2004). Esse sistema de reprodução tem grande importância no Cerrado, pois a reprodução da maioria de suas espécies lenhosas é mediada obrigatoriamente por vetores bióticos, pois grande parte delas são auto incompatíveis ou dioicas. Portanto, a frequência de espécies lenhosas dioicas em comunidades de cerrado (aproximadamente 15% das espécies) é maior que na flora de angiospermas como um todo (6% das espécies) (OLIVEIRA, 1996; OLIVEIRA; GIBBS, 2000).

Dentre as espécies dioicas que ocorrem no Cerrado está a *Astronium fraxinifolium* Scott (ALLEN, 1991), também conhecida como gonçalo-alves e pertencente à família Anacardiaceae, que é representada predominantemente por espécies dioicas (BULLOCK, 1985; IBARRA-MANRÍQUEZ; OYAMA, 1992; RENNER; RICKLEFS, 1995). A espécie foi muito explorada devido a qualidade da sua madeira (LORENZI, 1998; NETO, 2008) e já foi indicada como ameaçada de extinção na categoria vulnerável. Em alguns locais sua exploração é permitida apenas sobre plano de manejo autorizado, acompanhado de estudo prévio de avaliação de impacto ambiental. Além de existir poucos indivíduos de *A. fraxinifolium* em remanescentes de florestas estacionais decíduas no domínio do cerrado (SANTOS et al., 2007) a espécie carece de dados, o que exige estudos detalhados sobre a espécie (LEITE, 2002; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2011). Neste sentido, a fim de contribuir com informações acerca da espécie e sua conservação, o trabalho verificou o florescimento de indivíduos de *A. fraxinifloium* em um teste de procedências e progênes na região do Bolsão Sul Matogrosense.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

No ano de 1995 foram coletadas sementes de 30 matrizes de *A. fraxinifolium* de duas procedências. As árvores matrizes estão localizadas às margens da rodovia SP 595, entre os municípios de Ilha Solteira-SP e Santa Fé do Sul-SP (SP) e às margens da rodovia MS 158, no município de Selvíria-MS (MS). Desta coleta, foi instalado no ano de 1996 o

teste de procedências e progênies, estabelecido em delineamento experimental de blocos completos casualizados, com 60 tratamentos (progênies) e 5 repetições. As parcelas do experimento foram instaladas, obedecendo a uma disposição linear, com 10 plantas por parcela, no espaçamento de 3 x 1,5 m, em plantio alternado com *Jacaranda cuspidifolia*. O experimento é conduzido em condições de campo na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS/Unesp, situada à margem direita do rio Paraná, no município de Selvíria-MS, a qual está localizada nas coordenadas geográficas 20°20'08.64"S, 51°24'16.04"W e a 378 metros de altitude.

O tipo climático, segundo KÖEPPEN, é AW, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, estando a umidade relativa dos meses mais chuvosos entre 60 e 80%. A vegetação original encontrada na área em estudo é do tipo cerrado. O solo local é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, típico argiloso, à moderado, hipidistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (EMBRAPA, 2013).

A identificação do florescimento e determinação do sexo foi realizada por observação visual de cada árvore (Figura 1). A identificação ocorreu em duas etapas, a primeira consistiu na identificação de árvores com flores. No início do florescimento o experimento foi percorrido e todas as árvores que apresentavam flores foram marcadas. A segunda etapa é realizada após 30 dias da primeira etapa, o experimento foi percorrido mais uma vez para identificar e marcar as árvores que tinham frutos. A identificação de florescimento e determinação sexual foi acompanhada em três eventos reprodutivos, no ano de 2014 (CORNICINI et al., 2017), 2017 e 2018.

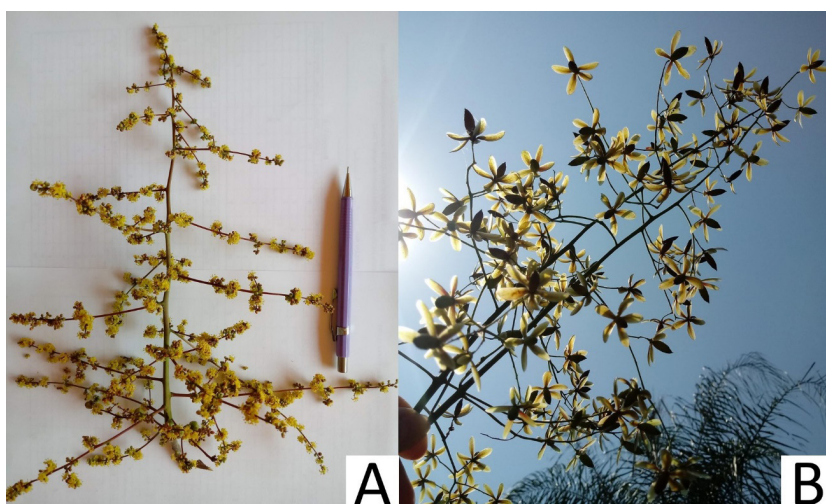


Figura 1. **A** – Inflorescência masculina de *Astronium fraxinifolium* **B** – Frutos de *Astronium fraxinifolium*.

Fonte: autores

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No evento reprodutivo de 2014 foram observadas 125 árvores com flores de 1116 indivíduos da procedência de SP e 191 árvores com flores de 1180 de MS. A procedência de MS teve uma porcentagem maior de florescimento (16%) que a de SP (11%) (Figura 2). Do total de árvores que floresceram, 72% e 70% foram árvores de flores masculinas e 28% e 30% de flores femininas, respectivamente para MS e SP (CORNACINI et al., 2017). Em 2017 houve um aumento do florescimento nas duas procedências, 17% e 28% para SP e MS, respectivamente. Esse aumento no florescimento se deu principalmente para os indivíduos com flores femininas, que contribuíram com 37% e 33%, respectivamente para SP e MS, com aumento superior de flores femininas na procedência de Ilha Solteira. No evento de 2018 novamente foi observado maior número de indivíduos florescendo, SP 31% e MS 47%. Apesar do aumento como

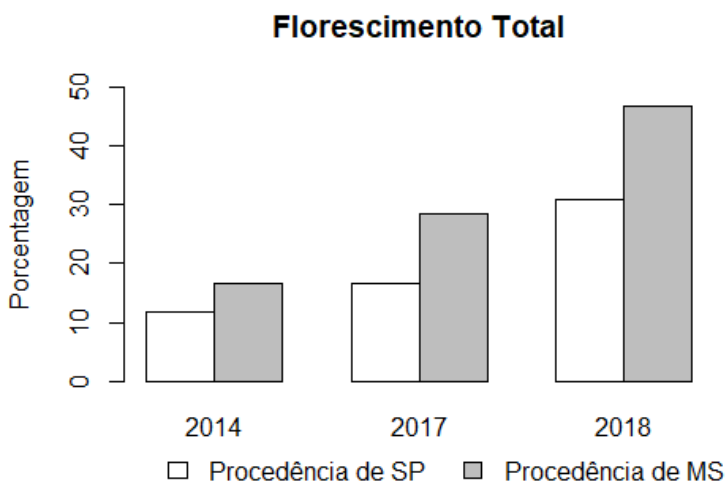


Figura 2. Florescimento de *Astronium fraxinifolium* (%) em três eventos reprodutivos dentro da procedência de Ilha Solteira- SP e da procedência de Selvíria-MS em teste de procedência e progênies localizado em Selvíria-MS.

um todo de indivíduos que iniciaram o florescimento, o aumento de indivíduos com flores femininas foi superior ao de indivíduos com flores masculinas. Segundo Opler e Bawa (1978) é comum que em algumas espécies florestais dioicas os indivíduos produtores de gametas masculinos floresçam antes dos femininos como ocorreu nesse período de avaliação para *A. fraxinifolium*.

Os indivíduos com flores masculinas foram superiores aos de flores femininas em todos os eventos reprodutivos (Figura 3). A predominância de indivíduos com flores masculinas também ocorreu em um plantio da espécie *Myrcrodruoum urundeuva* (Anacardiaceae) (BERTONHA et al., 2016). Ainda que não haja informações da razão sexual para *A. fraxinifolium* na natureza, para diversas espécies é comumente encontrada razão sexual de 1:1 (OPLER; BAWA, 1978; LENZA; OLIVEIRA, 2005, LENZA; OLIVEIRA, 2006; PALUDO et al., 2009; AMORIM et al., 2011). Portanto, é necessário um manejo que mantenha a razão sexual 1:1 nestes plantios e assim manter a variabilidade genética para a conservação da espécie.

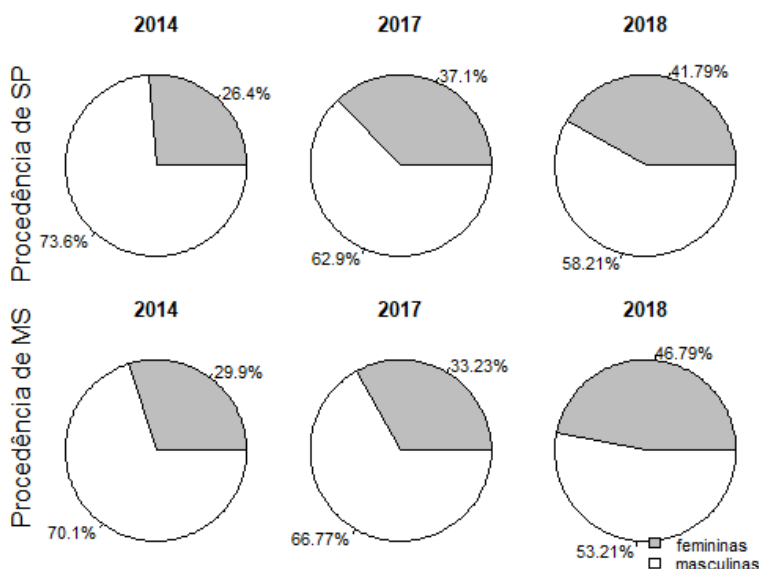


Figura 3. Proporção de indivíduos com flores femininas e flores masculinas de *Astronium fraxinifolium* (%) em três eventos reprodutivos da procedência de Ilha Solteira- SP e da procedência de Selvíria-MS em teste de procedências e progênes em Selvíria-MS.

Apesar do florescimento de aproximadamente 40% dos indivíduos de *A. fraxinifolium* aos 22 anos de idade nesse plantio, vale destacar que no evento reprodutivo de 2014 e 2017 duas progênes de SP não apresentaram florescimento de nenhum indivíduo e em 2018 uma progênie de SP não apresentou nenhum indivíduo de flores femininas (Tabela 1). Portanto, coletas de sementes para a conservação devem ser priorizadas quando o maior número de progênes esteja florescendo, assim garantirá a possibilidade de contribuição de mais genes para a próxima geração.

Ano	SP-2014				SP-2017				SP-2018				MS-2014				MS-2017				MS-2018			
Pro	F	M	T	R	F	M	T	R	F	M	T	R	F	M	T	R	F	M	T	R	F	M	T	R
1	1	12	13	12:1	2	5	7	3:1	7	10	17	1:1	3	13	16	4:1	4	11	15	3:1	8	16	24	2:1
2	3	3	6	1:1	7	3	10	2:1	7	6	13	1:1*	4	2	6	2:1	7	9	16	1:1	9	11	20	1:1
3	6	5	11	1:1	9	10	19	1:1	12	10	22	1:1*	3	3	6	1:1	1	8	9	8:1	7	7	14	1:1
4	1	2	3	2:1	1	5	6	5:1	3	6	9	2:1	1	7	8	7:1	6	7	13	1:1	10	11	21	1:1
5	2	4	6	2:1	2	5	7	2:1	5	6	11	1:1	2	4	6	2:1	2	4	6	2:1	11	6	17	2:1*
6	3	4	7	1:1	4	4	8	1:1	5	5	10	1:1	0	1	1	-	0	0	0	-	2	2	4	1:1
7	0	2	2	-	0	4	4	-	4	7	11	2:1	2	2	4	1:1	2	5	7	2:1	7	6	13	1:1*
8	0	0	0	-	1	2	3	2:1	2	4	6	2:1	4	7	11	2:1	4	10	14	2:1	9	10	19	1:1
9	0	3	3	-	1	1	2	1:1	3	3	6	1:1	3	8	11	3:1	3	12	15	4:1	11	15	26	1:1
10	0	2	2	-	0	6	6	-	2	8	10	3:1	1	4	5	4:1	3	10	13	3:1	14	8	22	2:1*
11	1	5	6	5:1	5	7	12	1:1	12	11	23	1:1*	1	4	5	4:1	1	7	8	7:1	5	11	16	2:1
12	2	5	7	2:1	7	9	16	1:1	9	10	19	1:1	3	4	7	1:1	3	8	11	3:1	12	9	21	1:1*
13	1	1	2	1:1	2	3	5	1:1	3	7	10	2:1	0	2	2	-	1	2	3	2:1	2	3	5	1:1
14	1	0	1	-	0	0	0	-	1	1	2	1:1	1	2	3	2:1	3	11	14	4:1	7	14	21	2:1
15	2	6	8	3:1	1	7	8	7:1	4	8	12	2:1	0	2	2	-	1	5	6	5:1	4	9	13	2:1
16	1	1	2	1:1	2	3	5	1:1	4	7	11	2:1	5	4	9	1:1	9	4	13	2:1*	15	7	22	2:1*
17	0	3	3	-	3	1	4	3:1	5	3	8	2:1*	1	6	7	6:1	8	5	13	2:1*	12	6	18	2:1*
18	0	1	1	-	0	0	0	-	2	4	6	2:1	1	2	3	2:1	0	3	3	-	4	5	9	1:1
19	1	1	2	1:1	1	2	3	2:1	2	4	6	2:1	0	2	2	-	1	4	5	4:1	3	7	10	2:1
20	0	3	3	-	1	5	6	5:1	0	8	8	-	2	8	10	4:1	6	10	16	2:1	8	13	21	2:1
21	1	0	1	-	2	3	5	1:1	3	4	7	1:1	1	4	5	4:1	0	6	6	-	4	8	12	2:1
22	1	5	6	5:1	2	3	5	1:1	6	9	15	2:1	2	5	7	2:1	5	9	14	2:1	9	13	22	1:1
23	1	7	8	7:1	4	7	11	2:1	10	9	19	1:1*	1	3	4	3:1	5	5	10	1:1	7	5	13	1:1*
24	0	2	2	-	2	5	7	3:1	3	10	13	3:1	1	9	10	9:1	4	13	17	3:1	12	17	29	1:1
25	0	1	1	-	4	3	7	1:1	6	6	12	1:1	3	5	8	2:1	3	16	19	5:1	8	18	26	2:1
26	2	6	8	3:1	3	7	10	2:1	6	9	15	2:1	0	3	3	-	0	2	2	-	2	6	8	3:1
27	1	3	4	3:1	1	1	2	1:1	3	7	10	2:1	3	2	5	1:1	3	5	8	2:1	5	7	12	1:1
28	0	1	1	-	1	3	4	3:1	2	7	9	3:1	2	3	5	1:1	4	5	9	2:1	11	9	20	1:1*
29	2	4	6	2:1	3	2	5	1:1	8	5	13	2:1*	3	7	10	2:1	10	8	18	1:1*	20	10	30	2:1*
30	0	0	0	-	0	1	1	-	1	1	2	1:1	5	8	13	2:1	11	17	28	1:1	14	20	34	1:1
T	33	92	125	3:1	71	117	188	2:1	140	195	335	1:1	58	136	194	2:1	110	221	331	2:1	252	289	542	1:1

Tabela 1. Florescimento feminino (F), masculino (M), Total (T) e proporção sexual (R) em duas procedências de *Astronium fraxinifolium*: Ilha Solteira- SP (SP) e Selvíria-MS (MS), em três eventos reprodutivos (Ano), por progênes (Pro), em Selvíria-MS.

\* predominância de indivíduos de flores femininas.

O aumento do florescimento no decorrer dos anos pode ter ocorrido pela característica da própria espécie, pela idade dos indivíduos ou pela seleção natural dentro do plantio, onde alguns indivíduos são dominados e eliminados, o que proporciona um espaço maior para as árvores permanentes e conseqüentemente um aumento do florescimento. Ainda assim, quando se trata de fenologia de plantas sabe-se da influência

de fatores como precipitação (OPLER et al. 1976), estresse hídrico (BORCHERT, 1980; REICH; BORCHERT, 1984), irradiação (WRIGHT; VAN SCHAİK, 1994) e fotoperíodo (RIVERA; BORCHERT, 2001). O padrão fenológico de muitas espécies perenes tende a acompanhar a oscilação sazonal das precipitações, principalmente quando há períodos de estiagem, como ocorre no Cerrado. Elas entram em repouso na estação seca e cumprem novo ciclo vegetativo anual no período chuvoso seguinte. Florescer sincronizadamente favorece a atração de polinizadores facilitando o fluxo de pólen e a reprodução cruzada (MARQUIS, 1988). Fatores importantes para flores de curta duração que são comuns em espécies de plantas neotropicais (CUNNINGHAM, 1994) e que são polinizadas por abelhas, como são as de *A. fraxinifolium*.

## 4 | CONCLUSÃO

Ao longo dos anos há um aumento do florescimento no teste de procedências e progênies. Os indivíduos de flores masculinas são os primeiros a florescerem e o aumento de florescimento dos indivíduos de flores femininas ocorre gradativamente. A proporção sexual tende a 1:1 no terceiro evento reprodutivo. O aumento do florescimento ocorre pela diminuição natural de indivíduos de *A. fraxinifolium* e *J. cuspidifolia*, idade ou maturação tardia de alguns indivíduos. A influência do ambiente no florescimento deve ser melhor investigada. A compreensão da biologia reprodutiva é fundamental no estabelecimento de estratégias de produção de sementes melhoradas geneticamente com base genética ampla, para essa espécie.

## REFERÊNCIAS

ALLEM, A.C. **Estudo da biologia reprodutiva de duas espécies florestais (aroeira e gonçalo-alves) da região do cerrado**. Brasília: Embrapa/CENARGEN, 1991. p.1-5.

AMORIM, F.W.; MENDES-RODRIGUES, C.; MARUYAMA, P.K.; OLIVEIRA, P.E. Sexual ratio and floral biology of the dioecious *Neea theifera* Oerst. (Nyctaginaceae) in a *cerrado rupestre* of central Brazil. **Acta Botânica Brasileira**, v.25, n.4, p.785-792, 2011.

BAWA, K.S. Evolution of dioecy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v.11, p.15-39.1980.

BERTONHA, L.J.; FREITAS, M.L.M.; CAMBUIM, J.; MORAES, M.L.T.; SEBBENN, A.M. Seleção de progênies de *Myracrodruon urundeuva* baseada em caracteres fenológicos e de crescimento para reconstituição de áreas de Reserva Legal. **Scientia Forestalis**, v.44, n.109 p.95104, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. **Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite**. Acordo de Cooperação Técnica MMA/IBAMA: Monitoramento do Bioma Cerrado 2008 a 2009, Brasília, p.55, 2011.



- BORCHERT, R. Phenology and ecology of a tropical tree *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology**, v.61, p.1065-1074. 1980.
- BULLOCK, S.H. Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest in Mexico. **Biotropica**, v.17, p.287-301. 1985.
- CORNACINI, M.R.; SILVA, J.R.; CAMBUIM, J.; SANTOS, W.D.; MORAES, M.L.T.; AGUIAR, A.V. Desbaste seletivo em teste de procedências e progênes de *Astronium fraxinifolium* Schott com base na variabilidade genética. **Scientia Forestalis**, v.45, n.115, p.581-591, 2017.
- CUNNINGHAM, S.A. Measuring the relationship between floral duration and fruit set for *Hamelia patens* (Rubiaceae). **Biotropica**, v.26, p.227-229. 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- FREEMAN, D.C.; DOUST, J.L.; EL-KEBLAWI, A.; MIGLIA, K.J.; MCARTHUR, E.D. Sexual specialization and inbreeding avoidance in the evolution of dioecy. **Botanical Review**, v.63, p.65-92. 1997.
- IBARRA-MANRÍQUEZ, G.; OYAMA, K. Ecological correlates of reproductive traits of Mexican rain forest trees. **American Journal of Botany**, v.79, p.383-394.1992.
- LEITE, E.J. State-of-knowledge on *Astronium fraxinifolium* Schott (Anacardiaceae) for genetic conservation in Brazil. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v.5/1, p.63–77. 2002.
- LENZA, E.; OLIVEIRA, P.E. Biologia reprodutiva e fenologia de *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae) em mata mesofítica de Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.3, p.443-451. 2006.
- LENZA, E.; OLIVEIRA, P.E. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), uma espécie dioica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.1, p.179-190. 2005.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 368p.
- MARQUIS, R.J. Phenological variation in the Neotropical understory shrub *Piper arieianum*: causes and consequences. **Ecology**, v.69, p.1552-1565. 1988.
- NETO, S.P.M. **Árvores nativas do cerrado com potencial madeireiro**. 2008. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/>>. Acesso em: 31 jan. 2019.
- OLIVEIRA, P.E. Dioecy in the cerrado vegetation of central Brazil. **Flora**, v.191, p.235-243. 1996.
- OLIVEIRA, P.E.; GIBBS, P.E. Reproductive biology of wood plants in a cerrado community of central Brazil. **Flora**, v.195, p.311-329. 2000.
- OPLER, P.A.; BAWA, K.S. Sex ratios in tropical forest trees. **Evolution**, v.32, p.812-821. 1978.

OPLER, P.A.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. Rain fall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography**, v.3, p.231-236.1976.

PALUDO, G.F.; MANTOVANI, A.; KLAUBERG, C.; REIS, M.S. Estrutura demográfica e padrão espacial de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (araucariaceae), na Reserva Genética Florestal de Caçador, Estado de Santa Catarina. **Revista Árvore**, v.33, n.6, p.1109-1121. 2009.

REICH, P.B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v.72, p.61-74. 1984.

RENNER, S.S.; RICKLEFS, R.E. Dioecy and its correlates in the flowering plants. **American Journal of Botany**, v.82, p.596-606, 1995.

RIVERA, G.; BORCHERT, R. Induction of flowering in tropical trees by a 30-min reduction in photoperiod: evidence from field observations and herbarium specimens. **Tree Physiology**, v.21, p.201-212. 2001.

SANTOS, R.M.; VIEIRA, F.A.; FAGUNDES, M.; NUNES, Y.R.F.; GUSMÃO, E. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.135-144, 2007.

TANURDZIC, M.; BANKS, J.A. Sex-determining mechanisms in land plants. The **Plant Cell**, v.16, p.61-71. 2004.

VENCOVSKY, R.; CHAVES, L.J.; CROSSA, J. Variance effective population size for dioecious species. **Crop Science**, v.52, p.79-90, 2012.

WRIGHT, S.J.; van SCHAIK, C.P. Light and the phenology of tropical trees. **American Naturalist**, v.143, p.192-199. 1994.