



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



DIEGO NATHAN DO NASCIMENTO SOUZA

FENOLOGIA E ATRIBUTOS REPRODUTIVOS DE TRÊS POPULAÇÕES
HERBÁCEAS EM FLORESTA SECA COM DIFERENTES TEMPOS DE
REGENERAÇÃO

RECIFE

2016

DIEGO NATHAN DO NASCIMENTO SOUZA

**FENOLOGIA E ATRIBUTOS REPRODUTIVOS DE TRÊS POPULAÇÕES
HERBÁCEAS EM FLORESTA SECA COM DIFERENTES TEMPOS DE
REGENERAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Botânica, da Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como parte dos requisitos para
obtenção do título de doutor em Botânica.

ORIENTADORA:

Dra. Elcida de Lima Araújo

COORIENTADORAS:

Dra. Cibele Cardoso de Castro

Dra. Lúcia Helena Piedade Kiill

RECIFE

2016

Ficha catalográfica

S729f Souza, Diego Nathan do Nascimento
Fenologia e atributos reprodutivos de três populações
herbáceas em floresta seca com diferentes tempos de regeneração /
Diego Nathan do Nascimento Souza. -- Recife, 2016.
101 f. : il.

Orientadora: Elcida de Lima Araújo.
Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife,
2016.
Inclui referências e anexo(s).

1. Caatinga 2. Floração 3. Morfometria I. Araújo, Elcida de
Lima, orientadora II. Título

CDD 581

DIEGO NATHAN DO NASCIMENTO SOUZA

**FENOLOGIA E ATRIBUTOS REPRODUTIVOS DE TRÊS POPULAÇÕES
HERBÁCEAS EM FLORESTA SECA COM DIFERENTES TEMPOS DE
REGENERAÇÃO**

Tese defendida e aprovada em: ____/____/____

Orientadora:

Profa. Dra. Elcida de Lima Araújo (Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Examinadores:

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza (Titular)
Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL

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

Profa. Dra. Elba Maria Nogueira Ferraz Ramos (Titular)
Instituto Federal de Pernambuco – IFPE

Profa. Dra. Ana Virgínia de Lima Leite (Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dra. Josiene Maria Falcão Fraga dos Santos (Suplente)

Dra. Danielle Melo dos Santos (Suplente)

Dedico a toda minha família, em especial aos meus pais Titico e Julieta, aos meus irmãos Jussier e Jayane, e a minha esposa Marciana. Amo demais cada um de vocês!

AGRADECIMENTOS

Esta tese contou com o apoio de várias pessoas e instituições, e sem elas este material não seria concluído. Por isso agradeço de coração:

A minha orientadora, Profa. Dra. Elcida de Lima Araújo, por sua paciência, apoio, conselhos e por seus preciosos ensinamentos que fortemente me ajudaram na conclusão deste trabalho. Obrigado também pelas vezes em que precisei dos famosos “puxões de orelha”, que muito contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

Às professoras Dra. Cibele Cardoso de Castro e Dra. Lúcia Helena Piedade Kiill pela coorientação deste trabalho através de suas críticas e sugestões.

Aos professores doutores que participaram da banca examinadora: Jefferson T. Souza, Natan M. Almeida, Elba M. N. F. Ramos, Ana Virgínia L. Leite, Josiene M. F. F. Santos e Danielle M. Santos, por suas valiosas sugestões e críticas para a melhoria deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida durante o doutorado e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro do projeto.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, através do Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), pela oportunidade de obtenção do título de doutor e pelo apoio logístico, e aos seus funcionários, em especial a minha amiga Kênia Muniz.

A todos os funcionários da Estação Experimental José Nilson de Melo, do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, em Caruaru, pelo apoio logístico.

A todos os professores do PPGB pelos ensinamentos e conselhos ao longo dessa jornada.

A todas as amigas que fiz no PPGB, em especial ao pessoal do Laboratório de Ecologia Reprodutiva de Angiospermas (LERA), por todos os momentos compartilhados durante as refeições e nas conversas em laboratórios e corredores.

A todos os meus amigos do Laboratório de Ecologia Vegetal dos Ecossistemas Nordestinos (LEVEN), com os quais compartilhei momentos memoráveis e desenvolvi amizades que extrapolam o território acadêmico.

Ao casal amigo e irmão Thiago e Eveline pelos momentos de companheirismo, discussões acadêmicas e não acadêmicas e por serem parte de nossa família do coração.

A toda minha família, que sempre contribuiu bastante em minha formação pessoal, em especial aos meus padrinhos Francisco Teixeira e Josélia Maria, e a minha tia Julita.

Aos meus queridos e amados irmãos do coração Jean e Marcinha que tanto me auxiliam em meu crescimento moral.

Aos meus amados irmãos Jussier e Jayane, amigos e fortes incentivadores de minha constante ascensão intelectual.

Aos meus pais, Francisco de Assis Souza (Titico) e Julieta Neuza do Nascimento Souza, pelo amor, carinho, respeito, amizade, alegria e educação; pelo lar aconchegante que me presentearam; por sempre acreditarem em mim e nos meus estudos, influenciando-me desde criança; e pela compreensão de minha ausência do convívio familiar. Amo demais vocês dois.

De forma toda especial à minha querida e amada esposa, Marciana Bizerra de Moraes, por seu amor, carinho, compreensão, amizade, companheirismo, respeito e, sobretudo, por todo o seu apoio nos momentos bons e de dificuldade. Obrigado por você fazer parte de minha vida, ou melhor, por ser a metade de mim. Amo você minha pequena Ninha.

Agradeço, sobretudo, a Deus por me conceder saúde e força para superar com tranquilidade os obstáculos que a vida apresenta e pela oportunidade de conhecer pessoas tão especiais ao longo de minha caminhada.

E, por fim, a todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta na minha formação profissional e pessoal.

Souza, Diego Nathan do Nascimento; Doutorado em Botânica. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Fenologia e atributos reprodutivos de três populações herbáceas em floresta seca com diferentes tempos de regeneração. Orientadora: Elcida de Lima Araújo. Coorientadoras: Cibele Cardoso de Castro e Lúcia Helena Piedade Kiill.

RESUMO

As fenofases vegetais, principalmente floração e frutificação, e os atributos reprodutivos, como a produção de frutos e sementes, morfometria de sementes, predação pré-dispersão, sucesso reprodutivo, entre outros, sofrem influência negativa de ações antrópicas. Assim, objetivou-se nesta tese a elaboração de dois artigos científicos, nos quais se avaliou as características fenológicas e os atributos reprodutivos de três espécies herbáceas em áreas com diferentes idades de regeneração natural. O estudo foi desenvolvido em três áreas de caatinga hipoxerófila no município de Caruaru-PE, Brasil, pertencentes ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). A primeira área trata-se de uma floresta madura, com mais de 50 anos de conservação. As outras duas sofreram corte raso da vegetação e seguem em regeneração natural há 17 anos (floresta jovem) e há 5 anos (campo). A fenologia das espécies foi acompanhada semanalmente no período chuvoso e início do seco durante três anos, em 30 indivíduos por espécie na floresta madura e na floresta jovem. Foram observadas as fenofases reprodutivas e vegetativas desses indivíduos, quanto à época, sincronia e intensidade. Para os atributos reprodutivos, avaliou-se a morfometria de flores, inflorescências e frutos, a quantidade de frutos e sementes formados, a predação pré-dispersão e o sucesso reprodutivo pré-emergente de cada espécie nas três áreas. Não ocorreu variação fenológica expressiva entre as populações das duas florestas, com tendências aparentemente de amplitude temporal, sincronia e intensidade das fenofases. Houve antecipação de algumas fenofases em populações da floresta jovem, mas com baixa intensidade e frequência. Também houve antecipação de fenofases na floresta madura. Já em relação aos atributos reprodutivos, algumas diferenças foram encontradas, como na morfometria de flores, inflorescências e frutos entre as áreas, e na produção de frutos e sementes. Contudo, a predação pré-dispersão e o sucesso reprodutivo pré-emergente das herbáceas não diferiram entre as áreas. Conclui-se que as herbáceas apresentaram pouca alteração na fenologia e nos atributos reprodutivos, sendo pouco influenciadas pela idade da floresta. O estudo sinalizou que a intensidade fenológica é a melhor característica fenológica para comparação da fenologia de herbáceas entre áreas de diferentes idades e que a morfometria de inflorescências, flores e frutos é o melhor atributo para comparação dessas áreas.

Palavras-chaves: Caatinga, floração, frutificação, morfometria, sucesso reprodutivo

Souza, Diego Nathan do Nascimento; Doutorado em Botânica. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Phenology and reproductive attributes three herbaceous populations in dry forest with different regeneration times. Orientadora: Elcida de Lima Araújo. Coorientadoras: Cibele Cardoso de Castro e Lúcia Helena Piedade Kiill.

ABSTRACT

Plant phenophases, especially flowering and fruiting, and reproductive attributes, such as the production of fruits and seeds, seed morphology, pre-dispersal predation, reproductive success, among others, suffer negative influence of human activities. Thus, the aim in this thesis the preparation of two scientific articles, in which it evaluated the phenology and reproductive attributes three herbaceous species in areas with different ages of natural regeneration. The study was conducted in three areas of hypoxerophytic caatinga in the city of Caruaru, Pernambuco, Brazil, belonging to the Agronomic Institute of Pernambuco (IPA). The first area it is a mature forest, over 50 years of storage. The other two suffered shallow cut vegetation and move on natural regeneration for 17 years (young forest) and 5 years (field). The phenology of species was monitored weekly during the rainy season and early dry for three years, 30 individuals per species in mature forest and young forest. Reproductive and vegetative phenophases these individuals were observed with respect to time, synchronism and intensity. For reproduction attributes evaluated the morphometry of flowers, fruits and inflorescences, the amount of formed fruits and seed, pre-dispersion predation and pre-emergent reproductive success of each species in three areas. There was significant phenological variation among the populations of the two forests, with seemingly trends temporal amplitude, timing and intensity of phenophases. There was anticipation of some phenophases in the young forest populations but with low intensity and frequency. There was also phenophases anticipation of the mature forest. In relation to reproductive attributes, some differences were found, such as the morphology of flowers, inflorescences and fruits between areas, and the production of fruits and seeds. However, pre-dispersal predation and pre-emergent reproductive success of herbaceous did not differ between areas. We conclude that the herbaceous showed little change in phenology and reproductive attributes, being little influenced by the age of the forest. The study indicated that the phenological intensity is the best phenological feature for comparing the herbaceous phenology between areas of different ages and the morphology of inflorescences, flowers and fruits is the best attribute for comparison of these areas.

Keywords: Caatinga, flowering, fruiting, morphometry, reproductive success

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1.** Mapa de duas florestas de vegetação de caatinga do Instituto Agronômico de Pernambuco (8° 14' S e 35° 55' W), Caruaru, PE, Brasil. (Fonte: Google Earth Pro). 47
- Figura 2.** Intensidade semanal (%) das fenofases de *Bidens bipinnata* durante três anos em florestas madura e jovem de caatinga, Caruaru, PE. 48
- Figura 3.** Intensidade semanal (%) das fenofases de *Desmodium glabrum* durante três anos em florestas madura e jovem de caatinga, Caruaru, PE. 49
- Figura 4.** Intensidade semanal (%) das fenofases de *Pseudabutilon spicatum* durante três anos em florestas madura e jovem de caatinga, Caruaru, PE. 50

CAPÍTULO 2

- Figura 1.** Mapa de três áreas de vegetação de caatinga do Instituto Agronômico de Pernambuco (8° 14' S e 35° 55' W), Caruaru, PE, Brasil. (Fonte: Google Earth Pro). 73

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Correlação de Spearman entre precipitação semanal e quantidade de indivíduos expressando as fenofases vegetativas: brotamento foliar (bf) e queda foliar (qf), de três herbáceas em duas florestas de caatinga, Caruaru, PE, durante três anos. Todos os valores foram significativos ($p < 0,05$)..... 45

Tabela 2. Sincronia das fenofases reprodutivas (flor = floração; frut = frutificação) em porcentagem de indivíduos (%), estimada no pico de cada fenofase, de herbáceas em duas áreas de caatinga, Caruaru, PE..... 46

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Média das medidas dos atributos reprodutivos de espécies herbáceas em áreas de caatinga com diferentes idades de regeneração, Caruaru-PE, Brasil (I= floresta madura - > 50 anos; II= Floresta jovem I – 17 anos; III= floresta jovem II – 5 anos; PERS médio= Sucesso reprodutivo pré-emergente) 72

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 12 |
| 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 20 |
| | |
| CAPÍTULO I | 30 |
| Fenologia de herbáceas em florestas com diferentes tempos de regeneração natural..... | 31 |
| RESUMO | 31 |
| INTRODUÇÃO | 33 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 34 |
| RESULTADOS | 38 |
| DISCUSSÃO | 40 |
| AGRADECIMENTOS | 51 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 51 |
| | |
| CAPÍTULO II | 60 |
| Atributos reprodutivos de espécies herbáceas em florestas com diferentes idades de regeneração natural | 61 |
| RESUMO | 62 |
| INTRODUÇÃO | 62 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 64 |
| RESULTADOS | 67 |
| DISCUSSÃO | 68 |
| AGRADECIMENTOS | 71 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 74 |
| | |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 81 |
| | |
| ANEXOS | 82 |

1. INTRODUÇÃO

A situação atual dos diversos habitats pelo planeta merece cada vez mais atenção, pois estes passam por grande modificação, a partir das perturbações causadas pelo homem, que vem intensificando sua procura por recursos naturais (GROSS-CAMP et al., 2015; SLIK et al., 2015). Os diversos tipos de ambientes, secos e úmidos, vêm sofrendo com a perturbação de seus habitats (SCROK e VARASSIN, 2011; ELIAS et al., 2012; JURISCH et al., 2012), porém, ultimamente os ambientes secos estão muito susceptíveis a modificação de suas áreas (WINFREE et al., 2009; ATKINSON e MARÍN-SPIOTTA, 2015; WAEBER et al., 2015).

Sabe-se que as alterações antrópicas promovem uma série de impactos nas comunidades vegetais, ocorrendo rupturas e modificações de processos ecológicos mantenedores dos ecossistemas, como aspectos fenológicos e aqueles relacionados à biologia reprodutiva das plantas (ALMEIDA et al., 2011; WOLOWSKI e FREITAS, 2011; CHANG et al., 2013). Esses impactos são comprovados em inúmeras pesquisas que acompanham o desenvolvimento de características vegetais entre áreas de diferentes status sucessional e de idades variadas, realizando comparações entre áreas que sofreram perturbação com aquelas que não foram impactadas (DUPUY et al., 2012; LOHBECK et al., 2012; VANNUCCHI et al., 2015; GOOSEM et al., 2016).

Informações fenológicas tornam-se cada vez mais temas relevantes na ciência, devido ao reconhecimento da sua importância para o funcionamento do ecossistema (GESSNER et al., 2015; MORELLATO et al., 2016). Sabe-se que as plantas dependem de fatores abióticos para o seu desenvolvimento fenológico, como a temperatura e precipitação (NEGRELLE e MURARO, 2006; RAMÍREZ e KALLARACKAL, 2015) e que alterações microclimáticas, causadas pela perturbação antrópica, podem modificar as fenofases das plantas. Em algumas florestas mais jovens verifica-se que algumas espécies podem antecipar ou prolongar fenofases, além de apresentar sincronia e intensidade diferentes de áreas maduras (FALCÃO et al., 2015; ROMO-LEON et al., 2016). Assim, o conhecimento fenológico faz-se importante para a avaliação de populações de áreas em regeneração natural, comparando-as com outras populações de áreas contínuas (PEZZINI et al., 2014).

A perturbação antrópica nos ecossistemas também afeta negativamente a biologia reprodutiva, floral e de polinização das plantas (AIZEN et al., 2002; AGUILAR et al., 2006; AGUIRRE e DIRZO, 2008; ALMEIDA et al., 2011). Alguns

estudos mostram que a alteração de áreas pelo homem influencia diretamente a morfologia de flores e frutos, a produção de diásporos, a predação pré-dispersão e o sucesso reprodutivo em vários tipos de ecossistemas (AIZEN et al., 2002; AGUIRRE e DIRZO, 2008; MAUÉS e OLIVEIRA, 2010; BRICKER e MARON, 2012). Áreas mais jovens e que passaram por atividades antrópicas apresentam declínio na diversidade de polinizadores quando comparadas com florestas maduras, o que traz consequências negativas para a formação de frutos e sementes e, assim, no sucesso reprodutivo das espécies (GARCIA et al., 2014; PELLEGRINO e BELLUSCI 2014; TOIVONEN et al., 2015).

Com base em evidências de que aspectos reprodutivos de espécies vegetais, como a fenologia e o tamanho de estruturas reprodutivas, formação de frutos, predação pré-dispersão e sucesso reprodutivo, sofrem alterações devido às atividades antrópicas em vários ambientes, este estudo tem como objetivo responder as seguintes questões: 1. Como se apresenta a fenologia de espécies herbáceas da caatinga entre áreas de diferentes idades? 2. Como se apresenta a morfometria de flores, inflorescências e frutos entre essas áreas? 3. Existe diferença na produção de frutos e sementes entre essas áreas? 4. A predação pré-dispersão pode ser influenciada pela idade da floresta? 5. O sucesso reprodutivo pré-emergente é alterado de acordo com a idade da floresta? Nossa hipótese geral é que todas essas características são influenciadas pela idade da floresta.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Perturbação antrópica dos ecossistemas

Mudanças nos ecossistemas provocadas por atividades humanas representam as principais causas da atual perda de biodiversidade em todo o planeta (SALA et al., 2000). Particularmente nos países em desenvolvimento, devido à rápida expansão agrícola, as áreas de florestas nativas estão cada vez mais reduzidas (LAMBIN e MEYFROIDT, 2011). Para atender as suas necessidades, o homem vem modificando intensa e rapidamente os diversos ecossistemas do planeta (WILSON, 1997; YOUNG, 2000), dentre os quais, as florestas tropicais secas vêm sofrendo uma intensa degradação, visando aumentar as áreas de pastagens e de agricultura (JANZEN, 1997; CASTELETTI et al., 2003; FIGUERÔA et al., 2006).

A alteração das paisagens pode provocar uma série de modificações no ecossistema, como a redução no tamanho das populações vegetais e da biodiversidade local (LEAL et al., 2003; ARAÚJO et al., 2007), alteração de características reprodutivas (RATHCKE e JULES, 1993; MURCIA, 1996; KEARNS e INOUE, 1997; KEARNS et al., 1998; FRANKL et al., 2005), mudança na riqueza da chuva de sementes (SOUZA et al., 2014), entre outras.

Todas estas modificações podem afetar de forma muito negativa alguns processos e interações ecológicas locais, comprometendo ainda mais o ecossistema, tais como a reprodução sexual, a dispersão de sementes e o sucesso reprodutivo (SORK e SMOUSE, 2006; ECKERT et al., 2009). Por exemplo, sabe-se que as taxas de cruzamento em populações de áreas fragmentadas são menores que em áreas contínuas, e que as taxas de endogamia são bem mais altas nas zonas fragmentadas (AGUILAR et al., 2008; ECKERT et al., 2009). Alguns estudos apontam também para outros efeitos negativos, como variação na abundância e riqueza de espécies animais que interagem mutualística ou antagonicamente com plantas (AGUILAR et al., 2009; WINFREE et al., 2009; LÁZARO et al., 2014).

Manchas remanescentes de várias paisagens têm suas florestas derrubadas para implantação de culturas agrícolas, e após alguns anos essas áreas são abandonadas, dando início ao processo de regeneração natural (LOPES et al., 2012). Entretanto, esse processo é bem mais lento em áreas que sofreram práticas agropastoris severas (AIDE et al., 1995). Além do mais, vem se observando que os campos abandonados de áreas tropicais apresentam mudanças na estrutura e na biodiversidade de sua vegetação, quando comparados com áreas menos perturbadas ou sem perturbação, tanto em ambientes úmidos (AIDE et al., 1995; SÁ, 1996; GUARIGUATA e OSTERBAG, 2001), quanto nos semiáridos (PERKULIS et al., 1997; KENNARD, 2002).

As plantas podem sofrer consequências drásticas através da influência antrópica, que seriam aquelas ligadas ao seu sucesso reprodutivo. Alterações nos atributos reprodutivos, como morfometria e produção de flores e frutos, por exemplo, podem modificar o desenvolvimento de uma população no ecossistema (GARCIA et al., 2014). Áreas que sofreram processos antrópicos podem se regenerar naturalmente e suas características diferem da floresta madura (FISHER et al., 2014). Alguns estudos avaliam como a idade da floresta está relacionada com o nível de regeneração e da recuperação das características da vegetação (PELLEGRINO e BELLUSCI 2014;

TOIVONEN et al., 2015), contudo esse conhecimento ainda é pouco abordado em florestas secas.

Muitas áreas de florestas secas são cada vez mais vítimas da perturbação antrópica, devido à coleta de madeira e à transformação em áreas de pastagens (GASPARRI e GRAU, 2009; GUIDA JOHNSON e ZULETA, 2013), e pequenas frações dessas florestas permanecem inalteradas (SÁNCHEZ-AZOFEIFA et al., 2005; FISHER et al., 2014). Sabe-se que a retirada da vegetação, descobrindo o solo, pode alterar potencialmente alguns processos, como o balanço hídrico (WILCOX et al. 2012), que é determinado pela diferença entre a precipitação e a evapotranspiração (EAGLESON, 1982). E que a alteração da cobertura e composição vegetal pode causar mudanças em várias características da vegetação, como na sincronia das expressões fenológicas (BISIGATO e LAPHITZ, 2009). Porém, ainda há muitas lacunas do conhecimento sobre a transformação de ecossistemas florestais, com a remoção das árvores e arbustos, e suas implicações ecológicas (WILCOX et al. 2012).

Dentre as diversas áreas alteradas pelo homem, a caatinga encontra-se como uma das mais ameaçadas, sendo este ecossistema representado por várias manchas de vegetação nativa, isoladas e rodeadas por diversas áreas de agricultura, de pastagens e urbanas (CASTELETTI et al., 2003). Este ecossistema vem sofrendo cada vez mais com o aumento das atividades de desmatamento para criação de áreas de agricultura, resultando em perda de biodiversidade, perda de habitats e fragmentação (SAMPAIO, 1995; MMA, 2002). Essas áreas de agricultura acabam sendo abandonadas após seu uso, e assim, alguns estudos que enfocam os processos relacionados à regeneração natural dessas áreas têm sido realizados (PEREIRA et al., 2003; ANDRADE et al., 2005; ANDRADE et al., 2007; LOPES et al., 2012; SANTOS et al., 2013; SOUZA, 2014).

Dentre esses estudos, Santos et al. (2013) verificaram uma diferença significativa na diversidade, na densidade e na equabilidade das assembleias de herbáceas entre uma área de aproximadamente 50 anos de regeneração e outra de 16 anos de abandono após uso para cultivo de palma doce (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.). Nesta mesma área, Souza et al. (2014) evidenciaram que o fragmento com 16 anos de regeneração natural, mesmo próximo a uma área mais preservada, apresenta uma riqueza de espécies, em relação aos diásporos que chegam até o banco do solo, diferente e reduzida de um ambiente mais maduro. Porém, mesmo que existam estudos sobre diferentes aspectos da vegetação entre áreas com distintos tempos de regeneração neste

ecossistema, ainda são poucas as pesquisas que abordam aspectos reprodutivos das plantas entre esses ambientes (ALMEIDA et al., 2011).

2.2. Aspectos fenológicos e reprodutivos

O estudo da fenologia, isto é, o registro dos eventos (fenofases) do ciclo de vida das plantas é importante não só para a compreensão da dinâmica das comunidades vegetais (FOURNIER, 1974; ALMEIDA, 1995), mas também para entender de que forma os organismos respondem às condições do meio em que vivem. Van Schaik et al. (1993) confirmam que o entendimento fenológico apresenta importantes funcionalidades teóricas e práticas para compreensão dos ecossistemas, bem como para sua manutenção, por meio do conhecimento da época de oferta dos recursos vegetais, quando e de que forma se apresentam esses recursos, além de ajudar no conhecimento de quais estratégias dispõem as comunidades vegetais para sobreviver em ambientes pobres em recursos.

As análises fenológicas podem gerar modelos de previsão da época de reprodução das plantas, de sua produção de folhas e outras características de grande ajuda para um adequado plano de manejo em diferentes áreas (MANTOVANI et al., 2003; NEGRELLE e MURARO, 2006). Andreis et al. (2005) afirmam que os dados fenológicos fornecem subsídios para programas de recuperação de áreas degradadas e de coleta de sementes (ver também MARIOT et al., 2003; MANTOVANI et al., 2004), assim como de outros produtos vegetais, por exemplo de frutos (ver REYS et al., 2005), o que torna a fenologia uma ferramenta muito importante também para os agricultores.

Fournier (1974) cita a importância da fenologia para o entendimento da interação entre a fauna e a flora e de sua relação nas cadeias alimentares, uma vez que em algumas regiões as herbáceas são importantes fornecedoras de recursos para os animais (ver também ALMEIDA, 1995).

Através da fenologia também se pode investigar o sucesso reprodutivo das espécies, principalmente no que diz respeito às fenofases de floração e frutificação, uma vez que alterações nessas fenofases podem resultar na incapacidade de gerar prole ou até mesmo comprometer a dispersão de seus diásporos (LESICA e KITTELSON, 2010; TORRES e GALETTO, 2011). Lesica e Kittelson (2010), por exemplo, acompanharam durante 13 anos a fenologia de floração de herbáceas em montanhas rochosas da cidade

de Montana, nos Estados Unidos, que apresenta clima semiárido frio, e verificaram que essas espécies apresentam uma variação interanual da floração, podendo esta fenofase ser antecipada, de acordo com a precipitação e a temperatura local. Logo, as espécies herbáceas em áreas secas, ao que parece, tendem a apresentar uma maior variação de suas fenofases entre anos do que apenas em uma estação.

Bencke e Morellato (2002) indicam que as espécies vegetais podem apresentar variações nos seus padrões fenológicos, relacionadas aos diferentes níveis das condições ambientais presentes em cada ambiente (ver também, NEWSTRON et al., 1994). Sendo assim, as espécies podem alterar tanto o período de ocorrência de suas fenofases, quanto o sincronismo destas fenofases entre populações de áreas distintas e que estão sujeitas as diferenças na intensidade dos fatores ecológicos (LIEBERMAN, 1982; MARCO et al., 2000).

Espécies de áreas temperadas, tropicais e subtropicais têm sua fenologia reprodutiva afetada principalmente pela alteração na temperatura e luminosidade, principalmente espécies arbóreas (RAMÍREZ e KALLARACKAL, 2015). Em florestas secas, além da temperatura e luminosidade, tanto as lenhosas quanto as herbáceas apresentam grande influência do fator água em suas fenofases (LIMA et al., 2007; LIMA et al., 2012; ROJAS-SANDOVAL e MELÉNDEZ-ACKERMAN, 2011; MARCHESINI et al., 2014). Os resultados de pesquisas com plantas em um deserto na China indicaram que o início da floração e o período de floração estavam intimamente correlacionados com a precipitação e a sua duração (CHANG et al., 2013). No entanto, o total de chuva não tem impacto sobre o período de floração de fanerófitas e caméfitas, mas terá impacto sobre o início do florescimento de plantas anuais e hemicriptófitas (EL-GHANIF, 1997; GHAZANFAR, 1997). Na china, pesquisas com fenologia de plantas também estão focadas na correlação entre a fenologia e o aquecimento climático (ZHENG et al., 2002; GE et al., 2003; BAI et al., 2009). A investigação sobre a fenologia de plantas do deserto é um dos componentes indispensáveis no estudo sobre a resposta das plantas ao aquecimento global (CHANG et al., 2013).

Segundo Tilman et al. (1997), conhecendo-se os aspectos fenológicos das plantas, como sincronia e intensidade, é possível compreender algumas propriedades e processos mantenedores de cada ecossistema. A biologia reprodutiva das plantas pode trazer respostas para várias questões relacionadas à manutenção da distribuição de pólen intraespecificamente e ao sucesso reprodutivo das populações, partilha e competição por polinizadores e também questões sobre conservação de habitats naturais, afetados pelo

processo de fragmentação (MACHADO et al. 2006). O estudo de biologia reprodutiva das espécies vegetais é de suma importância também para gerar modelos de conservação da biodiversidade (BAWA 1990).

Cupido e Nelson (2012) apontam que falhas no processo reprodutivo de uma espécie devido a mudanças provocadas por perda de habitat ou fragmentação podem levar a extinção local da mesma. Mudanças essas que podem ser promovidas pelo próprio homem. Porém, quando o homem tenta auxiliar na manutenção de uma espécie, visando diminuir o risco de extinção, ele requer um grande conhecimento da biologia reprodutiva (CUPIDO e NELSON 2012). Quando se fala de plantas com flores, conhecer a biologia reprodutiva inclui saber detalhes sobre a biologia floral, dispersão de diásporos, habilidade da germinação, polinização, entre outros (CUPIDO e NELSON 2012). É importante destacar que algumas famílias apresentam biologia reprodutiva muito complexa e que suas características reprodutivas são muito detalhadas e requerem conhecimento especializado como, por exemplo, a família Campanulaceae (ANDERSON et al., 2000). Sabe-se também que as interações e as relações da biologia reprodutiva são ótimos indicadores para compreender o funcionamento e a viabilidade de populações vegetais (PAUW e HAWKINS 2011).

Além disso, outros estudos sugerem que ambientes com alta diversidade de características reprodutivas podem ser mais produtivos e mais resistentes a invasões biológicas e a perda de biodiversidade (TILMAN e DOWNING, 1994; HOOPER e VITOUSEK, 1997; PRIEUR-RICHARD e LAVOREL, 2000; MASON et al., 2003). Através dessa diversidade é possível avaliar também o nível de resiliência de um determinado ecossistema (FOLKE et al., 2004), uma vez que, a partir da fragmentação, existe uma mudança na intensidade com que os fatores bióticos e abióticos atuam na comunidade vegetal (SAUNDERS et al., 1991; CUNNINGHAM, 2001).

De fato, algumas pesquisas já evidenciaram que a quebra de interações planta-polinizador em ambientes com poucos anos de regeneração, pode afetar de forma negativa o sucesso reprodutivo das plantas (RATHCKE e JULES, 1993; AGUILAR et al., 2006). A perda dessas interações, ou até mesmo outros tipos de interferências a partir da perda de habitats, tende a modificar os processos reprodutivos, reduzindo o tamanho das populações vegetais ou até mesmo causando uma extinção local de algumas espécies (RATHCKE e JULES, 1993; MURCIA, 1996; WILCOCK e NEILAND, 2002).

Artz e Waddington (2006) apontam que em ambientes alterados por ações antrópicas, as plantas que dependem de insetos para a polinização sofrem uma desvantagem, uma vez que o processo de regeneração natural pode ser afetado pela distribuição e a abundância das espécies desses polinizadores. Aliado a uma diminuição de espécies de polinizadores, estão as mudanças na intensidade dos fatores ambientais, que acabam variando um pouco nos diferentes fragmentos, sendo esse conjunto de acontecimentos cruciais no sucesso e dinâmica reprodutiva de várias espécies vegetais.

Para avaliar o quanto a ação antrópica afeta negativamente as populações em diversos ecossistemas, alguns estudos abordam se existe diferença na polinização e formação de frutos entre áreas que sofreram fragmentação (CUNNINGHAM, 2000; AIZEN et al., 2002; DONALDSON, 2002; AGUIRRE e DIRZO, 2008). Estes estudos apontam resultados negativos para o sucesso reprodutivo das populações presentes em fragmentos, quando comparados com áreas preservadas. No entanto, para áreas com diferentes tempos de regeneração em florestas tropicais secas, esses estudos ainda são reduzidos, podendo-se citar a pesquisa de Almeida et al. (2011), a qual avaliou o sucesso reprodutivo de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), uma espécie endêmica da caatinga, em diferentes unidades de manejo, e que verificou uma diferença significativa na visitação de polinizadores entre as áreas analisadas, porém, o sucesso reprodutivo pré-emergente da espécie analisada não foi alterado.

Ainda quanto aos aspectos reprodutivos, Girão et al. (2007), em floresta úmida, afirmam que áreas fragmentadas apresentam redução na diversidade funcional nas assembleias de árvores, no que diz respeito ao sistema de polinização, biologia floral e sistemas sexual e reprodutivo (ver também, TILMAN et al., 1997; AGUIRRE e DIRZO, 2008). Logo, as alterações dessas características reprodutivas acabam influenciando a regeneração de áreas submetidas às ações antrópicas, pelo menos, para as lenhosas.

Todos esses aspectos reprodutivos podem ser cruciais no entendimento do processo de regeneração de áreas degradadas, no entanto ainda são poucas as pesquisas que abordam esse tema em florestas tropicais secas (ROCHA e AGUILAR, 2001; DONALDSON et al., 2002). Esse tema também se faz necessário em áreas de caatinga, nas quais os pesquisadores acabam avaliando o potencial de regeneração através da composição das espécies e da estrutura de suas populações (SAMPAIO et al., 1998; PEREIRA et al., 2003), sendo necessário uma maior investigação de outros requisitos da vegetação, como a biologia reprodutiva e floral das espécies.

2.3. Importância das herbáceas

As florestas tropicais secas, assim como a caatinga, apresentam uma grande riqueza de espécies vegetais, principalmente do estrato herbáceo (ARAÚJO et al., 2005; SILVA et al., 2008; AGUILAR et al., 2012; MARCHESINI et al., 2014), o qual vem sendo pesquisado recentemente nestes ecossistemas (PEREIRA et al., 2008; ROSSIGNOL et al. 2013; FOREY et al. 2015; RAMÍREZ e KALLARACKA, 2015). Sabe-se também que o estrato herbáceo em florestas tropicais secas é mais sensível às mudanças no ambiente (REIS et al., 2006). Logo, esse estrato pode ser fundamental para o estudo da regeneração de áreas fragmentadas, a partir de suas características reprodutivas.

As herbáceas apresentam elevada heterogeneidade espaço-temporal de acordo com as condições dos microhabitats e a distribuição das chuvas (ARAÚJO, 2005; ARAÚJO et al., 2007). Mesmo com a necessidade de estudos diante da complexa ecologia das herbáceas e as suas diferentes respostas às mudanças microclimáticas e às alterações ecológicas causadas pelo homem, esse estrato da floresta ainda é pouco investigado, principalmente quanto às características fenológicas e reprodutivas (ARTZ et al., 2006; MORELLATO et al., 2013; FOREY et al., 2015). O conhecimento das características de herbáceas em relação à regeneração de áreas antropizadas também apresenta muitas lacunas quando comparado ao estrato lenhoso (JOHNSON et al., 2015).

Recentemente alguns estudos tentam compreender como esse estrato da vegetação reage ao processo de perturbação antrópica, à fragmentação de habitats e às mudanças climáticas (LI-HUA, et al. 2012; FLEISCHER et al., 2013; HADLEY et al., 2014). Esses estudos têm demonstrado que algumas herbáceas conseguem se ajustar aos novos ambientes criados pelas perturbações (ASTEGIANO et al., 2015; STEPHENS e QUINTANA-ASCENCIO, 2015), e outras acabam sofrendo com essas alterações do ecossistema, podendo levá-las a extinção (ZANELLA et al. 2012).

Com a extinção dessas espécies, muitas outras podem sofrer algum tipo de efeito negativo, uma vez que dependem de interações mutualísticas ou simplesmente porque utilizam as herbáceas como fonte de recurso, principalmente os polinizadores (MENZ et al., 2011; CAMPBELL et al., 2015; FORT e MUNGAN, 2015). Logo, as perturbações antrópicas podem causar um grande impacto nas comunidades florestais, uma vez que

vários processos são interrompidos ou modificados a partir da extinção de espécies (LI-HUA et al., 2012). Sendo assim, faz-se necessário compreender cada vez mais sobre as herbáceas e suas várias atividades nos ecossistemas.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, R. et al. Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. **Ecology Letters**, v. 9, p. 968-980, 2006.

AGUILAR, R. et al. J. Genetic consequences of habitat fragmentation in plant populations: susceptible signals in plant traits and methodological approaches. **Molecular Ecology**, v. 17, p. 5177-5188, 2008.

AGUILAR, R. et al. Dinámica de interacciones mutualistas y antagonistas en ambientes fragmentados. In: MEDEL, R.; AIZEN, M. A.; ZAMORA, R. (Eds.). **Ecología y evolución de interacciones animal-planta: conceptos y aplicaciones. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Cooperación Iberoamericana**. Editorial Universitaria de Chile, Santiago de Chile, 2009, p. 119-230.

AGUILAR, R. et al. What is left after sex in fragmented habitats? Assessing the quantity and quality of progeny in the endemic tree *Prosopis caldenia* (Fabaceae). **Biological Conservation**, v. 152, p. 81-89, 2012.

AGUIRRE, A.; DIRZO, R. Effects of fragmentation on pollinator abundance and fruit set of an abundant understory palm in a Mexican tropical forest. **Biological Conservation**, v. 4, p. 375-384, 2008.

AIDE, T. M. et al. Forest recovery from abandoned tropical pastures in Puerto Rico. **Forest Ecology and Management**, v. 77, p. 77-86, 1995.

AIZEN, M. A.; ASHWORTH, L.; GALETTO, L. Reproductive success in fragmented habitats: do compatibility systems and pollination specialization matter? **Journal of Vegetation Science**, v. 13, p. 885-892, 2002.

ALMEIDA, S. P. Grupos fenológicos da comunidade de gramíneas perenes de um campo cerrado no Distrito Federal, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 8, p. 1067-1073, 1995.

ALMEIDA, A. L. S.; ALBUQUERQUE, U. P.; CASTRO, C. C. Reproductive biology of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), an endemic fructiferous species of the caatinga (dry forest), under different management conditions in northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 75, p. 330-337, 2011.

ANDERSON, G. J. et al. Reproductive biology of *Wahlenbergia* (Campanulaceae) endemic to Robinson Crusoe Island. **Plant Systematics and Evolution**, v. 223, p. 109-123, 2000.

ANDRADE, L. A. et al. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. **Cerne**, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.

ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, F. X.; NEVES, C. M. L.; FELIX, L. P. Análise da vegetação sucessional em campos abandonados no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 2, p. 135-142, 2007.

ANDREIS, C. et al. Estudo fenológico em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no município de Santa Tereza, RS, Brasil. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p. 55-63, 2005.

ARAÚJO, E. L. et al. Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 285-294, 2005.

ARAÚJO, E. L.; CASTRO, C. C.; ALBUQUERQUE, U. P. Dynamics of Brazilian Caatinga – A Review Concerning the Plants, Environment and People. **Functional ecology and communities**, v. 1, p. 15-28, 2007.

ARTZ, D. R.; WADDINGTON, K. D. The effects of neighboring tree islands on pollinator density and diversity, and on pollination of a wet prairie species, *Asclepias lanceolata* (Apocynaceae). **Journal of Ecology**, v. 94, p. 597-608, 2006.

ASTEGIANO, J. et al. Persistence of Plants and Pollinators in the Face of Habitat Loss: Insights from Trait-Based Metacommunity Models. *Advances in Ecological Research*, v. 53, p. 201-257, 2015.

ATKINSON, E. E.; MARÍN-SPIOTTA, E. Land use legacy effects on structure and composition of subtropical dry forests in St. Croix, U.S. Virgin Islands. **Forest Ecology and Management**, v. 335, n. 1, p. 270-280. 2015.

BAI, J.; GE, Q. S.; DAI, J. H. Response of woody plant phenophases to climate change for recent 30 years in Guiyang. **Geographical Research**, v. 28, n. 6, p. 1606-1614, 2009.

BAWA, K.S. Plant–pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 21, p. 399-422, 1990.

BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, p. 237-248, 2002.

BISIGATO, A. J.; LAPHITZ, R. M. L. Ecohydrological effects of grazing-induced degradation in the Patagonian Monte, Argentina. **Austral Ecology**, v. 34, p. 545-557, 2009.

BRICKER, M.; MARON, J. Postdispersal seed predation limits the abundance of a long-lived perennial forb (*Lithospermum ruderale*). **Ecology**, v. 93, n. 3, p. 532-543, 2012.

- CAMPBELL, C. et al. Plant–pollinator community network response to species invasion depends on both invader and community characteristics. **Oikos**, v. 124, n. 4, p. 406-413, 2015.
- CASTELETTI, C. H. M. et al. Quanto ainda resta da caatinga? Uma estimativa preliminar. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 2003. p. 719-734.
- CHANG, Z. et al. Responses of Plants' Phenology to Climate Warming in the Desert Area in Northwestern China. **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 5, n. 4, p. 500-505, 2013.
- CUNNINGHAM, S. A. Depressed pollination in habitat fragments causes low fruit set. **Proceedings of The Royal Society B**, v. 267, p. 1149-1152, 2000.
- CUNNINGHAM, S. A. Effects of Habitat Fragmentation on the Reproductive Ecology of Four Plant Species in Mallee Woodland. **Conservation Biology**, v. 14, n. 3, p. 758-768, 2001.
- CUPIDO, C. N.; NELSON, L. J. Floral functional structure, sexual phases, flower visitors and aspects of breeding system in *Roella ciliata* (Campanulaceae) in a fragmented habitat. **Plant Systematics and Evolution**, v. 298, p. 931-936, 2012.
- DONALDSON, J. et al. Effects of habitat fragmentation on pollinator diversity and plant reproductive success in Renosterveld shrublands of South Africa. **Conservation Biology**, v. 16, p. 1267-1276, 2002.
- DUPUY, J. M. et al. Patterns and Correlates of Tropical Dry Forest Structure and Composition in a Highly Replicated Chronosequence in Yucatan, Mexico. **Biotropica**, v. 44, n.2, p. 151-162, 2012.
- EAGLESON, P. S. Ecological optimality in water-limited natural soil vegetation systems. 1. Theory and hypothesis. **Water Resources Research**, v. 18, p. 325-340. 1982.
- ECKERT, C. G. et al. A. Plant mating systems in a changing world. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, p. 35-43, 2009.
- EL-GHANIF, M. M. Phenology of ten common plant species in western Saudi Arabia. **Journal of Arid Environment**, v. 35, p. 673-683, 1997.
- ELIAS, M. A. S. et al. Reproductive success of *Cardiopetalum calophyllum* (Annonaceae) treelets in fragments of Brazilian savanna. **Journal of Tropical Ecology**, v. 28, p. 317-320, 2012.
- FALCÃO, H. M. et al. Phenotypic plasticity and ecophysiological strategies in a tropical dry forest chronosequence: A study case with *Poincianella pyramidalis*. **Forest Ecology and Management**, v. 340, p. 62-69, 2015.

FISHER, J. T. et al. Management approaches of conservation areas: Differences in woody vegetation structure in a private and a national reserve. **South African Journal of Botany**, v. 90, p. 146-152, 2014.

FIGUERÔA, J. M. et al. Effects of cutting regimes in the dry and wet season on survival and sprouting of woody species from the 18 semi-arid caatinga of northeast Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 229, p. 294-303, 2006.

FLEISCHER, K.; STREITBERGER, M.; FARTMANN, T. The importance of disturbance for the conservation of a low-competitive herb in mesotrophic grasslands. **Biologia**, v. 68, n. 3, p. 398-403, 2013.

FOLKE, C. et al. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 35, p. 557-581, 2004.

FOREY, E.; COULIBALY, S. F. M.; CHAUVAT, M. Flowering phenology of a herbaceous species (*Poa annua*) is regulated by soil Collembola. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 90, p. 30-33, 2015.

FORT, H.; MUNGAN, M. Predicting abundances of plants and pollinators using a simple compartmental mutualistic model. **Proceedings B**, v. 282, n. 1808, 2015.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v. 24, n. 4, p. 422-423, 1974.

FRANKL, R.; WANNING, S.; BRAUN, R. Quantitative floral phenology at the landscape scale: Is a comparative spatio-temporal description of “flowering landscapes” possible? **Journal for Nature Conservation**, v. 13, n. 4, p. 219-229, 2005.

GARCIA, L. C. et al. Flower and Fruit Availability along a Forest Restoration Gradient. **Biotropica**, v. 46, p. 114-123, 2014.

GASPARRI N. I.; GRAU, R. Deforestation and fragmentation of Chaco dry forest in NW Argentina (1972–2007). **Forest Ecology and Management**, v. 258, p. 913-921, 2009.

GE, Q. S. et al. Study on the variations of climate and plant phenology in China in the past 40 years. **Progress in Natural Science**, v. 13, n. 10, p. 1048-1053, 2003.

GESSNER, U. et al. Land Surface Phenology in a West African Savanna: Impact of Land Use, Land Cover and Fire. In: KUENZER, C.; DECH, S.; WAGNER, W. **Remote sensing time series: Revealing Land Surface Dynamics**. v.22, p. 203-223, 2015.

GHAZANFAR, S.A. The phenology of desert plants: A 3-year study in a gravel desert wadi in northern Oman. **Journal of Arid Environment**, v. 35, p. 407-417, 1997.

GIRÃO, L. C. et al. Changes in Tree Reproductive Traits Reduce Functional Diversity in a Fragmented Atlantic Forest Landscape. **Plos One**, v. 9, p. 1-12, 2007.

GOOSEM, M. et al. Forest age and isolation affect the rate of recovery of plant species diversity and community composition in secondary rain forests in tropical Australia. **Journal of Vegetation Science**, doi: 10.1111/jvs.12376, 2016.

GROSS-CAMP, N. D.; FEW, R.; MARTIN, A. Perceptions of and adaptation to environmental change in forest-adjacent communities in three African nations. **International Forestry Review**, v. 17, n. 2, p. 1-12, 2015.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERBAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v. 148, p. 185-206, 2001.

GUIDA JOHNSON, B.; ZULETA, G. A. Land-use land-cover change and ecosystem loss in the Espinal ecoregion, Argentina. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 181, p. 31-40, 2013.

HADLEY, A. S. et al. Tropical forest fragmentation limits pollination of a keystone understory herb. **Ecology**, v. 95, n. 8, p. 2202-2212, 2014.

HOOPER, D. U.; VITOUSEK, P. M. The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes. **Science**, v. 277, p. 1302-1305, 1997.

JANZEN, D. H. Florestas tropicais secas: o mais ameaçado dos ecossistemas tropicais. In: WILSON E. O. **Biodiversidade**. Nova Fronteira. Rio de Janeiro. 1997. p. 166-176.

JOHNSON, D. J. et al. Interactive effects of a non-native invasive grass *Microstegium vimineum* and herbivore exclusion on experimental tree regeneration under differing forest management. **Journal of Applied Ecology**, v. 52, p. 210-219, 2015.

JURISCH, K. et al. Population Structure of Woody Plants in Relation to Land Use in a Semi-arid Savanna, West Africa. **Biotropica**, v. 44, n. 6, p. 744-751, 2012.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. **BioScience**, v. 47, n. 5, p. 297-307, 1997.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W.; WASER, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 29, p. 83-112, 1998.

KENNARD, D. K. Secondary forest succession in a tropical dry forest: patterns of development across a 50-year chronosequence in lowland Bolivia. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 53-66, 2002.

LAMBIN, E. F.; MEYFROIDT, P.; Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. **Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America**, v. 108, p. 3465-3472, 2011.

LÁZARO, A.; LUNDGREN, R.; TOTLAND, O. Experimental reduction of pollinator visitation modifies plant-plant interactions for pollination. **Oikos**, v. 123, n. 9, p. 1037-1048, 2014.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Ecologia e conservação da Caatinga: Uma introdução ao desafio. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Ed. Universitária da UFPE. Recife. 2003.

LESICA, P.; KITTELSON, P. M. Precipitation and temperature are associated with advanced flowering phenology in a semi-arid grassland. **Journal of Arid Environments**, v. 74, p. 1013-1017, 2010.

LIEBERMAN, D. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. **Journal of Ecology**, v. 70, p. 791-806, 1982.

LI-HUA, M. et al. Pollination ecology and its implication for conservation of an endangered perennial herb native to the East-Himalaya, *Megacodon stylophorus* (Gentianaceae). **Plant Ecology and Evolution**, v. 145, n. 3, p. 356-362, 2012.

LIMA, E. N. et al. Fenologia e dinâmica de duas populações herbáceas da caatinga. **Revista de Geografia**, v. 24, p. 120-136, 2007.

LIMA, A. L. A. et al. Do the phenology and functional stem attributes of woody species allow for the identification of functional groups in the semiarid region of Brazil? **Trees**, v. 26, p. 1605-1616, 2012.

LOHBECK, M. et al. Functional diversity changes during tropical forest succession. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 14, p. 89-96, 2012.

LOPES, C. G. R. et al. Forest succession and distance from preserved patches in the Brazilian semiarid region. **Forest Ecology and Management**, v. 271, p. 115-123, 2012.

MACHADO, I. C.; LOPES, A. V.; SAZIMA, M. Plant Sexual Systems and a Review of the Breeding System Studies in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. **Annals of Botany**, v. 97, p. 277-287, 2006.

MANTOVANI, M. et al. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da Floresta Atlântica. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 451-458, 2003.

MANTOVANI, A.; MOORELLATO, L. P. C.; REIS, M. S. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Auracaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p. 787-796, 2004.

MARCHESINI, V. A. et al. Changes in evapotranspiration and phenology as consequences of shrub removal in dry forests of central Argentina. **Ecohydrology**, DOI: 10.1002/eco.1583, 2014.

MARCO, D. E.; CALVIÑO, A. A.; PÁEZ, S. A. Patterns of flowering and fruiting in populations of *Larrea divaricata* in dry Chaco (Argentina). **Journal of Arid Environments**, v. 44, p. 327-346, 2000.

MARIOT, A.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. Uso e conservação de *Piper cernuum* Vell. (Piperaceae) na Mata Atlântica: I. Fenologia reprodutiva e dispersão de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2003.

MASON, N. W. H. et al. An index of functional diversity. **Journal of Vegetation Science**, v. 14, p. 571-578, 2003.

MAUÉS, M. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Consequências da fragmentação do habitat na ecologia reprodutiva de espécies arbóreas em florestas tropicais, com ênfase na Amazônia. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 238-250, 2010.

MENZ, M. H. M. et al. Reconnecting plants and pollinators: challenges in the restoration of pollination mutualisms. **Trends in Plant Science**, v. 16, n. 1, p. 4-12, 2011.

MMA. Avaliação e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da Caatinga. Universidade Federal de Pernambuco/ Fundação de Apoio ao Desenvolvimento/ Conservation International do Brasil, Fundação Biodiversitas, EMBRAPA/Semi-Árido. Brasília, MMA/SBF. 2002.

MORELLATO, L. P. C.; CAMARGO, M. G. G.; GRESSLER, E. A Review of Plant Phenology in South and Central America. In: SCHWARTZ, M. D. Phenology: An Integrative Environmental Science. 2.ed. 2013, pp.91-113.

MORELLATO, L. P. C. et al. Linking plant phenology to conservation biology. **Biological Conservation**, v. 195, p. 60-72, 2016.

MURCIA, C. Forest fragmentation and the pollination of neotropical plants. In: SCHELHAS, J.; GREENBERG, R. (Eds.). **Forest Patches in tropical landscapes**. Washington, DC: Island Press. 1996. p. 19-36.

NEGRELLE, R. R. B.; MURARO, D. Aspectos fenológicos e reprodutivos de *Vriesea incurvata* Gaudich (Bromeliaceae). **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 28, n. 2, p. 95-102, 2006.

NEWSTRON, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v. 26, p. 141-159, 1994.

PAUW, A.; HAWKINS, J. A. Reconstruction of historical pollination rates reveals linked declines of plants and pollinators. **Oikos**, v. 120, p. 344-349, 2011.

PELLEGRINO, G.; BELLUSCI, F. Effects of human disturbance on reproductive success and population viability of *Serapias cordigera* (Orchidaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 176, n. 3, p. 408-420, 2014.

PEREIRA, I. M. et al. Use-history Effects on Structure and Flora of Caatinga. **Biotropica**, v. 35, n. 2, p. 154-165, 2003.

- PEREIRA, V. F. et al. Associações entre espécies herbáceas em uma área de caatinga de Pernambuco. **Revista de Geografia**, v. 25, n. 2, p. 6-23, 2008.
- PERKULIS, A. M.; PRADO, J. M. R.; JIMÉNEZ-OSORNIO, J. J. Composition, structure and management potential of secondary dry tropical vegetation in two abandoned henequen plantations of Yucatan, Mexico. **Forest Ecology and Management**, v. 94, p. 79-88, 1997.
- PEZZINI, F. F. et al. Changes in tree phenology along natural regeneration in a seasonally dry tropical forest. *Plant Bio*, v. 148, n. 5, p.965-974, 2014.
- PRIEUR-RICHARD, A. H.; LAVOREL, S. Invasions: the perspective of diverse plant communities. **Austral Ecology**, v. 25, p. 1-7, 2000.
- RAMÍREZ, F.; KALLARACKAL, J. The Effect of Increasing Temperature on Phenology. In: RAMÍREZ, F.; KALLARACKAL, J. (Eds.) **Responses of Fruit Trees to Global Climate Change**. Springer Briefs in Plant Science, 2015. pp 11-13.
- RATHCKE, B. J.; JULES, E. S. Habitat fragmentation and plant pollinator interactions. **Current Science**, v. 65, p. 273-277, 1993.
- REIS, A. M. S. et al. Inter-annual in the floristic and population structure of an herbaceous community of “caatinga” vegetation in Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 497-508, 2006.
- REYS, P. et al. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no rio formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2005.
- ROCHA, O. J.; AGUILAR, G. Reproductive biology of the dry forest tree *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste) in Costa Rica: a comparison between trees left in pastures and trees in continuous forest. **American Journal of Botany**, v. 88, n. 9, p. 1607-1614, 2001.
- ROJAS-SANDOVAL, J.; MELÉNDEZ-ACKERMAN, E. Reproductive phenology of the Caribbean cactus *Harrisia portoricensis*: rainfall and temperature associations. **Botany**, v. 89, p. 861-871, 2011.
- ROMO-LEON, J. R.; VAN LEEWEN, W. J. D.; CASTELLANOS-VILLEGAS, A. Land Use and Environmental Variability Impacts on the Phenology of Arid Agro-Ecosystems. *Environmental Management*, v. 57, n. 2, p. 283-297, 2016.
- ROSSIGNOL, N. N. et al. Assessing population maturity of three perennial grass species: Influence of phenology and tiller demography along latitudinal and altitudinal gradients. **Grass and Forage Science**, v. 69, p. 534-548, 2013.
- SÁ, C. F. C. Regeneração em área de floresta de restinga na Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema / RJ; I – extrato herbáceo. **Arq. Jard. Bot. Rio Janeiro**, v. 34, p. 177-192, 1996.

- SALA, O. E. et al. Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science**, v. 287, p. 1770-1774, 2000.
- SAMPAIO, E. V. S. B. Overview of the Brazilian caatinga. In: BULLOCK, S.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. (Ed.). **Seasonally dry Tropical Forests**. Cambridge: University Press, 1995. p. 35-58.
- SAMPAIO, E. V. S. B. et al. Regeneração da vegetação após corte e queima, em Serra Talhada, PE. **Revista Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, v. 33, p. 621-632, 1998.
- SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G. A. et al. Need for integrated research for a sustainable future in tropical dry forests. **Conservation Biology**, v. 19, p. 285-286, 2005.
- SANTOS, J. M. et al. Natural regeneration of the herbaceous community in a semiarid region in Northeastern Brazil. **J Environ Monit Asses**, v. 185, p. 1-16, 2013.
- SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. **Conservation Biology**, v. 5, n. 1, p. 18-32, 1991.
- SCROK, G. J.; VARASSIN, I. G. Reproductive biology and pollination of *Aechmea distichantha* Lem. (Bromeliaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 3, p. 571-576. 2011.
- SILVA, K. A. et al. Dinâmica de gramíneas em uma área de caatinga de Pernambuco - Brasil. In: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. (Org.). **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. v.1, Recife: Comunigraf, 2008. p.105-129.
- SLIK, J. W. et al. How many tropical forest tree species are there? **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 24, p.7472-7477, 2015.
- SORK, V. L.; SMOUSE, P. E. Genetic analysis of landscape connectivity in tree populations. **Landscape Ecology**, v. 21, p. 821-836, 2006.
- SOUZA, J. T. et al. Does proximity to a mature forest contribute to the seed rain and recovery of an abandoned agriculture area in a semiarid climate? **Plant Biology**, v. 16, p. 748-756, 2014.
- STEPHENS, E. L.; QUINTANA-ASCENCIO, P. F. Effects of habitat degradation, microsite, and seed density on the persistence of two native herbs in a subtropical shrubland. **American Journal of Botany**, v. 102, n. 11, 2015.
- TILMAN, D.; DOWNING, J. A. Biodiversity and stability in grasslands. **Nature**, v. 367, p. 363-365, 1994.
- TILMAN, D. et al. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. **Science**, v. 277, p. 1300-1302, 1997.

TOIVONEN, M.; HERZON, I.; KUUSSAARI, M. Differing effects of fallow type and landscape structure on the occurrence of plants, pollinators and birds on environmental fallows in Finland. **Biological Conservation**, v. 181, p. 36-43, 2015.

TORRES, C.; GALETTO, L. Flowering phenology of co-occurring Asteraceae: a matter of climate, ecological interactions, plant attributes or of evolutionary relationships among species. **Organisms Diversity & Evolution**, v. 11, p. 9-19, 2011.

VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: Adaptive Significance and Consequences for Primary Consumers. **Annual Review Ecology Systems**, v. 24, p. 353-377, 1993.

VANUCCHI, F. et al. Effects of compost and mowing on the productivity and density of a purpose-sown mixture of native herbaceous species to revegetate degraded soil in anthropized areas. **Ecological Engineering**, v. 74, p. 60-67, 2015.

WAEBER, P. O. et al. Dry Forests in Madagascar: Neglected and Under Pressure. **International Forestry Review**, v. 17, n. S2, p. 127-148. 2015.

WILCOCK, C.; NEILAND, R. Pollination failure in plants: why it happens and when it matters. **Trends in Plant Science**, v. 7, p. 270-277, 2002.

WILCOX, B. P. et al. Invasion of shrublands by exotic grasses: ecohydrological consequences in cold versus warm deserts. **Ecohydrology**, v. 5, p. 160-173, 2012.

WINFREE, R. et al. A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. **Ecology**, v. 90, p. 2068-2076, 2009.

WILSON, E. O. A situação atual da diversidade biológica. In: _____. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997. p. 3-24.

WOLOWSKI, M.; FREITAS, L. Reproduction, pollination and seed predation of *Senna multijuga* (Fabaceae) in two protected areas in the Brazilian Atlantic forest. *Revista Biologia Tropical*, v. 59, n. 4, p. 1939-1948, 2011.

YOUNG, T. P. Restoration ecology and conservation biology. **Biological Conservation**, v. 92, n.1, p. 73-83, 2000.

ZANELLA, L. et al. Atlantic Forest fragmentation analysis and landscape restoration management scenarios. **Natureza e Conservação**, v. 10, p. 56-63, 2012.

ZHENG, J. Y.; GE, Q. S.; HAO, Z. X. Impacts of climate warming on plants phenophases in China for the last 40 years. **Chinese Science Bulletin**, v. 47, n. 20, p. 1582-1587. 2002.

Capítulo 1

Artigo a ser enviado ao periódico:



1 Fenologia de herbáceas em florestas com diferentes tempos de regeneração natural

2

3 Diego Nathan do Nascimento Souza¹, Cibele Cardoso de Castro², Lúcia Helena Piedade Kiill³
4 e Elcida de Lima Araújo⁴

5

6 ¹ Aluno de Pós-Graduação em Botânica, Departamento de Biologia, Universidade Federal
7 Rural de Pernambuco, Av Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, CEP:
8 52.171-900. E-mail: diego_nathan@yahoo.com.br

9 ² Professora do Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
10 Unidade Acadêmica de Garanhuns – Avenida Bom Pastor, s/n, Boa Vista, CEP: 52296-901,
11 Garanhuns, Brasil.

12 ³ Embrapa Semiárido, BR 428, Km 152, Zona rural, Caixa Postal 23, CEP: 56302-970,
13 Petrolina-PE, Brasil.

14 ⁴ Professora do Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av.
15 Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, CEP: 52.171-900

16

17

Resumo

18

19 A fenologia pode ser utilizada para avaliar as respostas das populações vegetais em áreas de
20 regeneração natural após perturbações antrópicas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar
21 aspectos fenológicos de herbáceas em duas áreas de caatinga com diferentes idades de
22 regeneração natural e em três anos consecutivos. Acredita-se na hipótese de que as espécies
23 herbáceas apresentam alterações na expressão de suas fenofases, devido a diferenças na idade
24 das florestas. Durante três anos, monitorou-se semanalmente a ocorrência, a sincronia e a
25 intensidade das fenofases vegetativas e reprodutivas de 30 indivíduos de três espécies

26 herbáceas de duas florestas, jovem (17 anos) e madura (>50 anos), de caatinga do semiárido
27 do Brasil. Também foi avaliada a correlação das respostas fenológicas com a precipitação
28 semanal local nos três anos. O brotamento e a queda foliar foram correlacionados com
29 precipitação semanal e tiveram uma amplitude longa e intermediária, respectivamente, com
30 alta sincronia e intensidade similar entre as florestas. A floração e frutificação tiveram
31 amplitude de tempo intermediária e suas sincronias e intensidades foram similares entre as
32 florestas e não correlacionadas com precipitação semanal. Independentemente da idade da
33 floresta pode ocorrer redução na intensidade das fenofases vegetativas e reprodutivas em ano
34 muito seco, indicando que estes não são muitos bons para avaliar a resiliência das florestas
35 pós-distúrbios. Em anos menos seco, a intensidade dos eventos (quantidade folhas, flores e
36 frutos produzidos por indivíduos), talvez seja a característica que melhor permita avaliar
37 diferenças em função da idade das florestas em ambientes semiáridos. Na vegetação da
38 caatinga, o comportamento fenológico de terófitas em florestas jovens (17 anos) é similar ao
39 da floresta madura, refutando a hipótese deste estudo. Nossos achados mostram que, para este
40 grupo de espécies, o tempo de 17 anos é suficiente para que o crescimento e a reprodução das
41 plantas voltem a apresentar características encontradas nas florestas maduras.

42

43 **Palavras-chave:** Caatinga, fenofases, floresta seca, perturbação antrópica, sincronismo

44

45

Introdução

46

47 A transformação das florestas nativas em áreas antropogênicas ocasiona impactos
48 negativos na reprodução das espécies, que interferem diretamente na dinâmica populacional
49 (Quesada e Stoner 2003, Villalobos *et al.* 2011, Albuquerque *et al.* 2012, Brunet *et al.* 2012).
50 Esses impactos chegam a promover extinção local de espécies em curto prazo, em função da
51 perda de habitat, ou a médio e longo prazo em função da fragmentação das florestas (Wessels
52 *et al.* 2011, Zanella *et al.* 2012), comprometendo a manutenção do ecossistema e promovendo
53 alterações nos processos ecológicos (Oliveira *et al.* 2004, Harper *et al.* 2005).

54

55 Áreas impactadas apresentam capacidade de se regenerar naturalmente, o que
56 possibilita a reestruturação de trechos alterados da floresta ou a formação de novas áreas
57 (Duarte *et al.* 2009, Quesada *et al.* 2009, Jurisch *et al.* 2012, Lopes *et al.* 2012, Villa-Galaviz
58 *et al.* 2012, Kim e Arthur 2014, Obiang *et al.* 2014). Essas novas áreas apresentam alterações
59 na composição e riqueza de espécies (Sampaio *et al.* 1998), na estrutura das populações
60 (Duarte *et al.* 2009, Lopes *et al.* 2012) e nos processos ecológicos mantenedores do
61 funcionamento do ecossistema, como por exemplo, alterações na chuva de sementes (Souza *et*
62 *al.* 2014a) e no ritmo fenológico das plantas (Rocha e Aguilar 2001, Frankl *et al.* 2005,
63 Ramos e Santos 2005, García-Mozo *et al.* 2010, Garcia *et al.* 2014, Lins Neto *et al.* 2013,
64 Albuquerque *et al.* 2012).

64

65 Devido à importância do ritmo fenológico, alguns estudos tentam evidenciar e
66 compreender as repostas fenológicas das plantas frente às perturbações antropogênicas
67 (Marchesini *et al.* 2014, Christian *et al.* 2015). Outros pesquisadores registraram mudanças no
68 período de ocorrência, sincronia e intensidade das fenofases vegetativas e reprodutivas em
69 função da idade da regeneração das áreas (Kang e Bawa 2003, Felton *et al.* 2006, Scrok e
70 Varassin 2011, Garcia *et al.* 2014).

70 Contudo, a maioria desses estudos enfoca principalmente o estrato lenhoso da
71 vegetação (Morellato *et al.* 2013), deixando lacunas em relação a informações fenológicas das
72 espécies herbáceas. O estrato herbáceo da caatinga é muito rico e possui grande importância
73 ecológica e econômica em ambiente semiárido (Araújo *et al.* 2005, Reis *et al.* 2006, Santos *et*
74 *al.* 2013). Em adição, muitas das espécies herbáceas são terófitas, apresentando ciclo de vida
75 curto e sazonal e forte correlação com a precipitação.

76 Face a tais características, este estudo tem como hipótese que as respostas fenológicas
77 das herbáceas sofrem alterações frente às perturbações antrópicas, auxiliando a compreender
78 o processo de regeneração natural nos “novos” espaços das florestas antropogênicas. Logo,
79 objetivou-se responder a seguinte questão: o ritmo fenológico de três populações herbáceas
80 em duas florestas de diferentes idades, bem como sua correlação com a precipitação, sofre
81 alteração ao depender da idade da floresta? Assim, pretende-se identificar parâmetros ou
82 atributos fenológicos que possam ser utilizados como ferramentas para avaliar o *status* da
83 regeneração natural e a resiliência das florestas antropogênicas.

84

85 **Material e métodos**

86

87 **Áreas de Estudo.** O estudo foi conduzido em duas áreas de vegetação tropical seca (caatinga
88 hipoxerófila), sendo uma com mais de 50 anos de idade (floresta madura) e uma com 17 anos
89 de idade (floresta jovem). A floresta madura de caatinga tem 32 ha e é conservada desde
90 1959, não sendo permitido o trânsito de animais domésticos, o extrativismo dos recursos
91 vegetais e a caça de espécies da fauna (Lopes *et al.* 2012). Um trecho com cerca de seis
92 hectares da floresta madura sofreu corte raso em 1994 para estabelecimento do cultivo
93 experimental de palma gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.). Todavia, após cultivo, a área
94 foi abandonada e desde então se encontra em regeneração natural, abrigando atualmente uma
95 floresta jovem (Souza *et al.* 2014a), que já apresenta algumas árvores e arbustos, porém ainda

96 com muitos espaços abertos, ou seja, não sombreados pela copa das árvores quando
97 comparada a floresta madura (Santos *et al.* 2013). As duas florestas são próximas (Figura 1),
98 separadas apenas por um estreito corredor de aproximadamente quatro metros.

99 As florestas estão localizadas na Estação Experimental José Nilson de Melo,
100 pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) em Caruaru, Pernambuco,
101 Nordeste do Brasil (8° 14' S e 35° 55' W, 537 m de altitude; Souza 2012). Elas são drenadas
102 pelo riacho Olaria e o solo das mesmas é do tipo Podzólico Amarelo Eutrófico e (Alcoforado
103 Filho *et al.* 2003, Lopes *et al.* 2012). O clima local é classificado como semiárido, do tipo
104 BSh (Köppen, 1948), e a precipitação média anual histórica é de cerca de 685 mm (últimos 30
105 anos), sendo concentrada nos meses de março a agosto, período considerado como estação
106 chuvosa da região. O IPA tem pluviômetros alocados na vegetação que medem a precipitação
107 diária da área, e cedeu os dados de precipitação para comparação com os eventos fenológicos
108 registrados durante os anos de 2011, 2012 e 2013, os quais tiveram precipitação de 1.022, 356
109 e 657 mm, respectivamente. A temperatura local apresenta valores mínimo e máximo
110 absolutos de 11 e 38°C, respectivamente, com média de 22,7°C (Lopes *et al.* 2012).

111

112 **Espécies estudadas.** As seguintes espécies foram selecionadas para o estudo: *Bidens*
113 *bipinnata* L. (Asteraceae), *Desmodium glabrum* (Mill.) DC. (Fabaceae) e *Pseudabutilon*
114 *spicatum* (Kunth) R.E. Fr. (Malvaceae), por ocorrerem nas duas florestas e serem espécies
115 terófitas, completando todo o ciclo de vida dentro do período chuvoso. Além do mais, as três
116 espécies são encontradas em várias localidades nas duas florestas, áreas sombreadas e a pleno
117 sol, borda e interior.

118 *Bidens bipinnata* apresenta indivíduos de até 110 cm de altura, com folhas lobadas
119 pinatissectas, inflorescência do tipo capítulo, de até 1,7 cm de diâmetro, flores inconspícuas
120 (< 4 mm) amarelas, presença de néctar e pólen e frutos do tipo cipsela, com uma semente por
121 fruto. *Desmodium glabrum* apresenta plantas de até 80 cm de altura, folhas compostas,

122 trifolioladas e estipuladas, flores pequenas, com cerca de 0,5 cm de comprimento, coloração
123 rosa, dispostas em inflorescência do tipo racemosa, com até 30 cm de comprimento e frutos
124 do tipo lomento. *Pseudabutilon spicatum* apresenta indivíduos de até 100 cm de altura, folhas
125 inteiras cordiformes, flores pequenas de até 1,2 cm de diâmetro, corola amarela, curto
126 pedicelo e dispostas em um eixo central e apical, inflorescência racemosa, de
127 aproximadamente 30 cm e frutos do tipo esquizocarpo de 0,5 a 1,0 cm de diâmetro, com
128 quatro a cinco mericarpos.

129

130 **Delineamento experimental.** A cada ano (2011, 2012 e 2013), após o início das chuvas,
131 foram selecionados e marcados 30 indivíduos por espécie nas duas florestas para o
132 acompanhamento fenológico. A distância mínima entre as plantas marcadas foi 5 m para
133 aumentar a possibilidade de variabilidade genética nas populações amostradas. A marcação
134 inicial dos indivíduos em 2011 e 2012 foi feita no mês de fevereiro, devido à ocorrência do
135 início das chuvas que possibilitou a germinação das plantas. Em 2013, a marcação dos
136 indivíduos foi feita no mês de abril, pois neste ano houve atraso no início das chuvas,
137 retardando a germinação das plantas.

138 Semanalmente as fenofases vegetativas (brotamento e queda foliar) e reprodutivas
139 (floração e frutificação) de todos os indivíduos foram monitoradas através do registro da
140 presença ou ausência dessas fenofases (época de ocorrência), contabilizando o número de
141 indivíduos (sincronia) que expressava cada fenofase por população em ambas as florestas. Em
142 adição, quantificamos o número de folhas, flores e frutos formados por indivíduo. As
143 estruturas vegetativas e reprodutivas contabilizadas foram marcadas com tinta atóxica para
144 evitar repetição na contagem, e dessa forma foi possível acompanhar a intensidade das
145 fenofases (Fournier 1974; Bencke e Morellato 2002a). A emissão de folhas jovens foi
146 considerada como fenofase de brotamento, e a presença de folhas marrom/amareladas como
147 fenofase de queda foliar. A presença de botões florais ou flores/inflorescências abertas

148 caracterizou a ocorrência da fenofase floração e a presença de fruto em formação, imaturo e
149 maduro caracterizou a fenofase de frutificação (Souza 2012). Em cada população avaliou-se a
150 correlação entre precipitação e quantidade de indivíduos que expressou cada fenofase.

151

152 **Análise dos dados.** O período de ocorrência das fenofases foi determinado a partir da
153 amplitude do tempo do evento fenológico por espécie nas duas florestas. A amplitude do
154 tempo das fenofases seguiu a metodologia proposta por Newstrom *et al.* (1994). Através dessa
155 metodologia, foi possível fazer adaptações que permitiram classificar a época de duração da
156 fenofase em três classes: curta – até quatro semanas; intermediária – de cinco a 16 semanas; e
157 longa – superior a 16 semanas. O deslocamento no período das fenofases entre as florestas foi
158 determinado através da comparação da amplitude de tempo das fenofases de cada espécie por
159 ano.

160 O sincronismo foi avaliado pelo método semiquantitativo, através do índice de
161 atividade, o qual determina o percentual de indivíduos que manifestava quaisquer fenofases
162 (Bencke e Morellato 2002b). Em função do sincronismo, cada população foi classificada
163 como: assincrônica – com menos de 20% de indivíduos manifestando uma fenofase; pouco
164 sincrônica ou de baixa sincronia – com 20 a 60% dos indivíduos apresentando determinada
165 fenofase; e muito sincrônica ou de alta sincronia – com mais de 60% dos indivíduos em
166 determinada fenofase. O pico de cada fenofase foi o momento no qual houve maior
167 quantidade de indivíduos manifestando os eventos fenológicos (Bencke e Morellato 2002b,
168 Sobrinho *et al.* 2013).

169 A intensidade das fenofases foi determinada numa escala de cinco categorias (0 = 0%;
170 1 = 1 a 25%, 2 = 26 a 50%, 3 = 51 a 75% e 4 = 76 a 100%), adaptada da metodologia de
171 Fournier (1974). O maior número de estruturas (folhas, flores e frutos) foi considerado como
172 a intensidade máxima da fenofase (100%). A partir desse valor máximo, calculou-se uma
173 regra de três para enquadramento da intensidade semanal de produção de folhas, flores e

174 frutos por indivíduo nas demais categorias adotadas, obtendo, posteriormente, a média da
175 intensidade semanal da fenofase para cada população por floresta.

176 A normalidade dos dados obtidos foi avaliada pelo teste Shapiro-Wilk. Diferenças na
177 quantidade de indivíduos apresentando determinada fenofase, bem como diferenças na
178 intensidade de cada fenofase entre as populações da floresta jovem e da madura foram
179 avaliadas pelo teste Kruskal-Wallis (H). A correlação entre a precipitação local e a
180 quantidade de indivíduos em cada fenofase foi avaliada pelo teste de correlação de Spearman
181 (Zar 1999). Todos os testes foram realizados com o auxílio do programa Bioestat 5.0,
182 considerando-se 5% de probabilidade (Ayres *et al.* 2007).

183

184

Resultados

185

186 **Brotamento e queda foliar.** Todas as populações das duas florestas apresentaram brotamento
187 foliar logo após as primeiras chuvas, com picos nas semanas de maior registro pluviométrico
188 e redução nas semanas de menor precipitação (Figs. 2, 3 e 4). A amplitude do brotamento de
189 todas as populações foi classificada como longa em ambas as florestas, por se manifestar por
190 mais de 16 semanas (Figs. 2, 3 e 4). Registrou-se um deslocamento desta fenofase nas
191 populações de *Bidens bipinnata* e *Desmodium glabrum* na floresta jovem e de *Pseudabutilon*
192 *spicatum* na floresta madura, porém pouco expressiva, ocorrendo apenas em dois indivíduos.
193 Esta fenofase foi altamente sincrônica para as três espécies, as quais apresentaram mais de
194 60% dos indivíduos em brotamento nas duas florestas. A intensidade do brotamento não
195 diferiu significativamente ($H=0,71$; $p=0,39$) entre as florestas (Figs. 2, 3 e 4), mesmo sendo
196 registrado menor tendência no número de indivíduos em brotação durante as semanas menos
197 chuvosas na floresta jovem (Figs. 2, 3 e 4). O brotamento foliar apresentou correlação positiva
198 semanal nas duas florestas para todas as espécies e nos três anos avaliados (Tabela 1).

199 A amplitude de duração da queda foliar foi intermediária para todas as populações de
200 ambas as florestas, ocorrendo entre 6 e 16 semanas (Figs. 2, 3 e 4). Houve antecipação de até
201 duas semanas da queda foliar na floresta jovem para as três populações, mas com poucos
202 indivíduos. Além disso, no ano mais chuvoso (2011: 1022 mm) *B. bipinata* e *P. spicatum*
203 apresentaram antecipação de queda foliar na floresta madura, mas com baixa intensidade
204 (Figs. 2 e 4). Durante os três anos houve alta sincronia na queda foliar com a chegada da
205 estação seca ou com a redução do total de precipitação semanal entre as florestas, inexistindo
206 diferença significativa ($H=0,83$; $p=0,36$) entre o número de indivíduos que manifestaram esta
207 fenofase. A intensidade da queda foliar foi similar nas duas florestas, com cerca de 75% em
208 ambas as florestas (Figs. 2, 3 e 4). O número de indivíduos que apresentaram queda de folhas
209 foi negativamente correlacionado com a precipitação semanal nos três anos, tanto para a
210 floresta jovem quanto para a madura (Tabela 1).

211

212 **Floração e Frutificação.** A floração expressou-se durante meados da estação chuvosa (maio
213 e junho), estendendo-se até início da estação seca (setembro e outubro) para todas as
214 populações. A amplitude foi intermediária nas duas florestas, com duração de até 16 semanas
215 nos anos mais chuvosos (2011: 1022 mm; 2013: 657 mm) e com redução no ano mais seco
216 (2012: 356 mm) (Figs. 2, 3 e 4). Variações no período de floração foram registradas na
217 floresta jovem, com antecipação de uma semana para as populações de *B. bipinnata* (2011) e
218 *D. glabrum* (2012) e de duas semanas para *P. spicatum* em 2013 (Figs. 2, 3 e 4). Na floresta
219 madura ocorreu apenas antecipação de duas semanas para a população de *D. glabrum* em
220 2013 (Fig. 3). Em 2012 a sincronia da floração de todas as populações foi baixa em ambas as
221 florestas. Em 2011 e 2013 as populações apresentaram alta sincronia nas duas florestas, com
222 exceção de *D. glabrum* em 2011 (Tabela 2). Todavia, a sincronia não foi correlacionada com
223 os totais mensais de precipitação em nenhuma das populações. A intensidade média da
224 floração foi similar entre as florestas em *B. bipinnata* ($H=0,12$; $p=0,86$), *D. glabrum* ($H=$

225 0,32; $p=0,56$) e em *P. spicatum* ($H= 0,44$; $p=0,51$), apesar do registro de um percentual menor
226 em 2013 na floresta jovem (70%) quando comparada a madura (80%) na população de *D.*
227 *glabrum* (Fig. 3), bem como na população de *P. spicatum* no ano de 2012, sendo de 68% e
228 79% nas florestas jovem e madura, respectivamente (Fig. 4).

229 A frutificação também ocorreu no período entre meados da estação chuvosa e início da
230 estação seca, com amplitude intermediária (Figs. 2, 3 e 4), exceção feita para a população de
231 *P. spicatum* por apresentar amplitude longa (mais de 16 semanas) em 2011 na floresta jovem
232 (Fig. 4). Além disso, na floresta jovem houve antecipação de uma semana na frutificação, mas
233 não houve prolongamento no período desta fenofase nas duas florestas (Figs. 2, 3 e 4). As
234 populações tendem a apresentar elevada sincronia na frutificação nos anos mais chuvosos
235 (2011: 1022 mm; 2013: 657 mm) nas duas florestas e baixa sincronia no ano mais seco (2012:
236 356 mm), exceção feita para *D. glabrum* que em 2011 apresentou baixa sincronia nas duas
237 florestas (Tabela 2). A intensidade média da frutificação diferiu entre as florestas apenas em
238 2013 para as populações de *D. glabrum* ($H= 2,12$; $p<0,05$), com 69 e 82 % nas florestas
239 jovem e madura, respectivamente, (Fig. 2) e de *P. spicatum* ($H= 2,42$; $p<0,05$), com 64 e 78
240 % nas florestas jovem e madura, respectivamente (Fig. 3). A quantidade de indivíduos
241 frutificados não foi correlacionada com a precipitação semanal em nenhuma das populações.

242

243

Discussão

244

245 No presente estudo, a ocorrência de brotamento foliar no início da estação chuvosa e a
246 queda acentuada das folhas na estação seca, com alta sincronia, confirmam a influência
247 determinística da sazonalidade climática sobre as plantas de florestas semiáridas do mundo
248 (Jolly e Running 2004, Rich *et al.* 2008, Clary 2008, Archontoulis *et al.* 2010, Jochner *et al.*
249 2013, Gong *et al.* 2015).

250 Apesar de ter ocorrido deslocamento de até três semanas no brotamento e queda foliar
251 das populações na floresta jovem, este ocorreu com baixa intensidade, resultando em
252 similaridade das fenofases vegetativas entre as florestas, sobretudo com relação à amplitude.
253 Tais achados mostram que brotamento e queda foliar não estão sendo influenciados pela idade
254 da floresta, divergindo do encontrado em outras pesquisas (Abbott *et al.* 2007, Steinaker e
255 Wilson 2008, Lins Neto *et al.* 2013, Marchesini *et al.* 2014), as quais verificaram alterações
256 mais expressivas na intensidade e sincronia das fenofases em áreas mais jovens. Logo, pode
257 não existir ainda um consenso sobre as respostas fenológicas vegetativas das espécies em
258 função das perturbações antrópicas e idade das florestas.

259 Embora a intensidade do brotamento foliar seja semelhante entre as florestas, pode
260 ocorrer grande variabilidade interanual no comportamento semanal do brotamento foliar em
261 anos extremamente seco (2012) ou chuvoso (2011). Houve semanas com ausência de
262 produção de folhas no ano mais seco em algumas das terófitas, indicando existir diferenças de
263 sensibilidade à restrição hídrica entre as espécies, como já registrado em outros estudos (Neal
264 *et al.* 2010, Aguilar *et al.* 2012, Cupido e Nelson 2012).

265 Apesar de ocorrer correlação positiva entre precipitação e brotamento foliar, em anos
266 muito secos, isto é, chovendo apenas metade do registrado na média histórica, pode ocorrer
267 redução na intensidade desta fenofase independentemente da idade da floresta, como visto
268 também por Chang *et al.* (2013). Redução drástica na precipitação anual pode eliminar a
269 influência das diferenças de idade da floresta sobre o comportamento fenológico vegetativo
270 das espécies, mostrando que tais anos não são muitos bons para avaliar a resiliência das
271 florestas pós-distúrbios.

272 Embora a sazonalidade climática determine queda foliar em ambientes semiáridos
273 (Araújo *et al.* 2007, Albuquerque *et al.* 2012, Polansky e Boesch 2012, Marchesini *et al.*
274 2014), o presente estudo mostrou que a irregularidade da distribuição das chuvas, aliada a
275 estocasticidade da ocorrência de eventos secos dentro da estação chuvosa, também podem

276 determinar respostas de queda foliar, não sendo ainda bem conhecida a consequência desta
277 resposta fenológica sobre o tempo necessário para a recuperação das florestas antropogênicas.

278 Diferenças na sincronia e no deslocamento do período de floração das espécies vêm
279 sendo registradas em florestas maduras e antropogênicas de ambientes secos com diferentes
280 idades (Risberg e Granström 2009, Lesica e Kittelson 2010, Pezzine *et al.* 2014, Souza *et al.*
281 2014b), podendo ocorrer antecipação da floração das espécies lenhosas nas florestas maduras
282 em função das características climáticas (Fuchs *et al.* 2003, Alvarado *et al.* 2014). Já em
283 relação às herbáceas terófitas, no geral vem sendo registrado que a floração tende a ser
284 altamente sincrônica e correlacionada à ocorrência das chuvas, podendo ocorrer pequenos
285 deslocamentos na sua manifestação em áreas perturbadas (Lesica e Kittelson 2010, Souza
286 2012).

287 Todavia, verificou-se que o comportamento da floração nas terófitas depende da
288 espécie considerada e da variabilidade interanual de precipitação, sendo pouco influenciado
289 pela idade da floresta na caatinga. Em outros ambientes secos essa relação é mais acentuada,
290 verificando que terófitas podem antecipar suas fenofases em áreas mais jovens e independente
291 do nível de precipitação (Thaxton *et al.* 2012, Chang *et al.* 2014). Em anos muito seco ou
292 com totais de chuva dentro da média histórica da região pode ocorrer variação semanal no
293 número de indivíduos floridos durante o período de floração, sendo ora maior na floresta
294 jovem e ora na madura. No final do período de floração a quantidade de flores produzidas
295 tende a ser levemente menor na floresta jovem. Já em anos muito chuvosos a intensidade de
296 floração pode ser similar entre florestas, como ocorreu para *B. bipinata* e *P. spicatum* ou
297 reduzida como ocorreu em *D. glabrum* na floresta jovem.

298 O comportamento da floração das espécies pode ser influenciado por diversas
299 variáveis ambientais (Frankl *et al.* 2005, Lima e Rodal 2010, Nadia *et al.* 2012, Garcia *et al.*
300 2014), mas nas florestas de ambientes semiáridos é principalmente influenciado pelo ritmo
301 das chuvas, sobretudo, quando se trata de herbáceas terófitas. Antecipação, atraso ou

302 irregularidade na distribuição das chuvas determinam mudanças no calendário reprodutivo
303 das espécies, com variações no número de plantas floridas (Machado *et al.* 1997, Abbott *et al.*
304 2007, Oliveira Junior *et al.* 2008, García-Mozo *et al.* 2010, Lima *et al.* 2012, Souza *et al.*
305 2014b), como também registrado neste estudo. Este fato pode afetar, conseqüentemente, a
306 chuva de sementes para renovação do banco do solo e, posteriormente, o processo de
307 regeneração natural das florestas. Todavia, apesar da reprodução das plantas ser afetada pela
308 disponibilidade de água (Amorim *et al.* 2009, Ramirez e Briseño 2011, Albuquerque *et al.*
309 2012, Garcia *et al.* 2014), não foi detectada correlação entre precipitação semanal e a
310 sincronia ou a intensidade da floração e frutificação, possivelmente pelo fato da reprodução
311 das espécies estudadas ocorrer na transição chuva-seca, quando naturalmente os totais de
312 precipitação são reduzidos.

313 O comportamento interanual da intensidade de frutificação variou levemente nas três
314 espécies, mas no ano mais seco essa variação foi quase nula entre as florestas. Apesar de não
315 terem monitorado variação interanual na intensidade da floração, García-Mozo (2010) e
316 Lesica e Kittelson *et al.* (2010) encontraram menor intensidade de frutificação em florestas
317 mais jovens, devido às condições microclimáticas, principalmente da temperatura que era
318 mais elevada, levando a uma redução da umidade do ar, ocorrendo o inverso na floresta
319 madura. Tais variáveis não foram mensuradas neste estudo, mas é possível que elas tenham
320 influenciado a intensidade de frutificação registrada na floresta jovem que apresenta poucas
321 árvores adultas (Lopes *et al.* 2012) e, conseqüentemente, menor sobreposição de copas para
322 reduzir a incidência da luz solar sobre o solo, aumentando assim sua temperatura.

323 Este estudo mostrou que a complexidade no ritmo fenológico de espécies herbáceas
324 nem sempre é associada diretamente a idade da floresta, pois variações interanuais na
325 quantidade de indivíduos que expresse cada fenofase, bem como no período de duração e
326 sincronia do evento fenológico ocorrem em florestas jovem e madura. Todavia, na floresta
327 jovem as terófitas podem produzir menos folha e menor quantidade de flores e frutos, bem

328 como derrubar rapidamente as folhas após ocorrência de semanas mais secas dentro do
329 período chuvoso, mesmo depois de 17 anos de abandono da ação antrópica, sugerindo existir
330 ainda diferenças microclimáticas entre as florestas.

331 Entre as características do comportamento fenológico das espécies herbáceas, este
332 estudo sinalizou que a intensidade dos eventos, isto é quantidade folhas, flores e frutos
333 produzidos por indivíduos, talvez seja a característica que melhor permita avaliar diferenças
334 em função da idade das florestas em ambientes semiáridos, chegando a ocorrer diferenças
335 significativas na frutificação de algumas espécies. Contudo, a similaridade na amplitude e
336 sincronia dos eventos mostram que para as terófitas, diferenças na maturidade das florestas
337 não exerce grande influência sobre seu comportamento fenológico.

338

339 **Tabela 1:** Correlação de Spearman entre precipitação semanal e quantidade de indivíduos expressando
 340 as fenofases vegetativas: brotamento foliar (bf) e queda foliar (qf), de três herbáceas em duas florestas
 341 de caatinga, Caruaru, PE, durante três anos. Todos os valores foram significativos ($p < 0,05$).

| Espécie | Floresta madura | | Floresta jovem | | Ano |
|--|-----------------|-------|----------------|-------|------|
| | bf | qf | bf | qf | |
| <i>Bidens bipinnata</i> L. | 0,41 | -0,48 | 0,51 | -0,51 | 2011 |
| | 0,55 | -0,64 | 0,64 | -0,73 | 2012 |
| | 0,54 | -0,59 | 0,60 | -0,65 | 2013 |
| <i>Desmodium glabrum</i> (Mill.) DC. | 0,43 | -0,69 | 0,49 | -0,71 | 2011 |
| | 0,72 | -0,45 | 0,71 | -0,50 | 2012 |
| | 0,57 | -0,81 | 0,57 | -0,79 | 2013 |
| <i>Pseudabutilon spicatum</i> R.E. Fr. | 0,46 | -0,56 | 0,56 | -0,57 | 2011 |
| | 0,42 | -0,77 | 0,43 | -0,78 | 2012 |
| | 0,54 | -0,80 | 0,59 | -0,83 | 2013 |

342

343

344

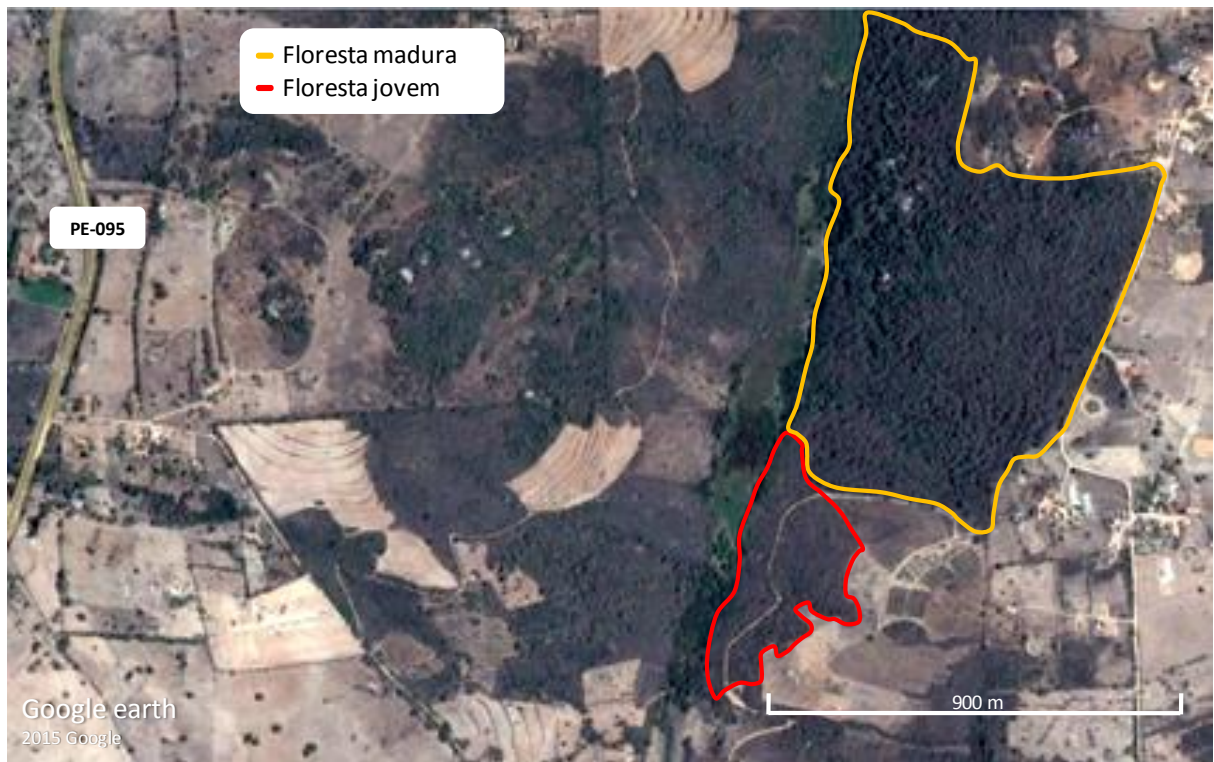
345 **Tabela 2:** Sincronia das fenofases reprodutivas (flor = floração; frut = frutificação) em porcentagem
 346 de indivíduos (%), estimada no pico de cada fenofase, de herbáceas em duas áreas de caatinga,
 347 Caruaru, PE.

| Espécie | Floresta madura | | Floresta jovem | | Ano |
|--|-----------------|------|----------------|------|------|
| | flor | frut | flor | frut | |
| <i>Bidens bipinnata</i> L. | 67 | 63 | 61 | 62 | 2011 |
| | 53 | 43 | 43 | 40 | 2012 |
| | 100 | 100 | 80 | 73 | 2013 |
| <i>Desmodium glabrum</i> (Mill.) DC. | 23 | 27 | 23 | 21 | 2011 |
| | 30 | 33 | 30 | 27 | 2012 |
| | 77 | 73 | 67 | 63 | 2013 |
| <i>Pseudabutilon spicatum</i> R.E. Fr. | 90 | 83 | 67 | 63 | 2011 |
| | 50 | 50 | 40 | 37 | 2012 |
| | 93 | 87 | 100 | 93 | 2013 |

348

349

350



351

352 Figura 1. Mapa de duas florestas de vegetação de caatinga do Instituto Agronômico de Pernambuco
353 (8° 14' S e 35° 55' W), Caruaru, PE, Brasil. (Fonte: Google Earth Pro).

354

355

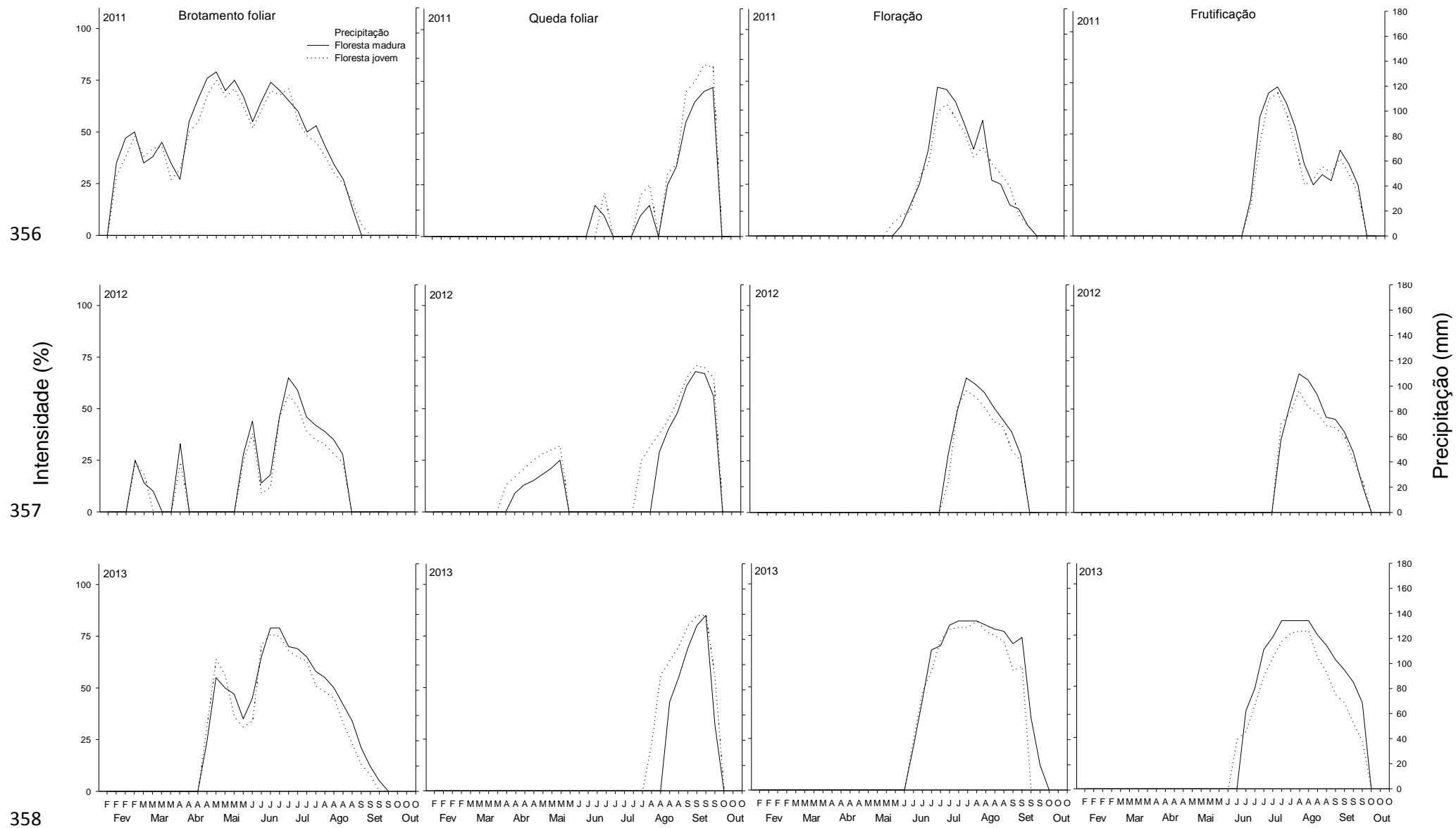
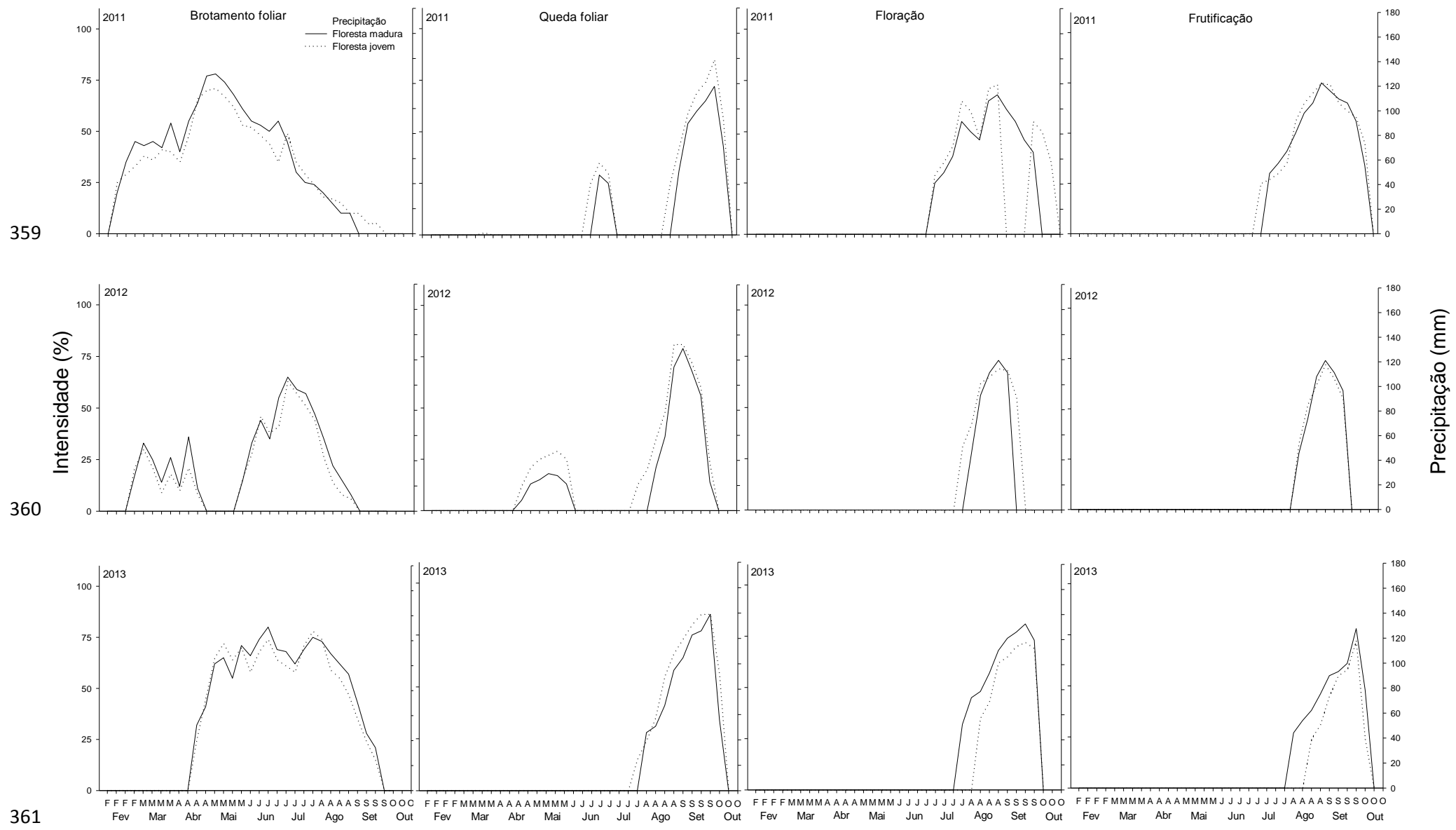


Figura 2. Intensidade semanal (%) das fenofases de *Bidens bipinnata* durante três anos em florestas madura e jovem de caatinga, Caruaru, PE.



359

360

361

Figura 3. Intensidade semanal (%) das fenofases de *Desmodium glabrum* durante três anos em florestas madura e jovem de caatinga, Caruaru, PE.

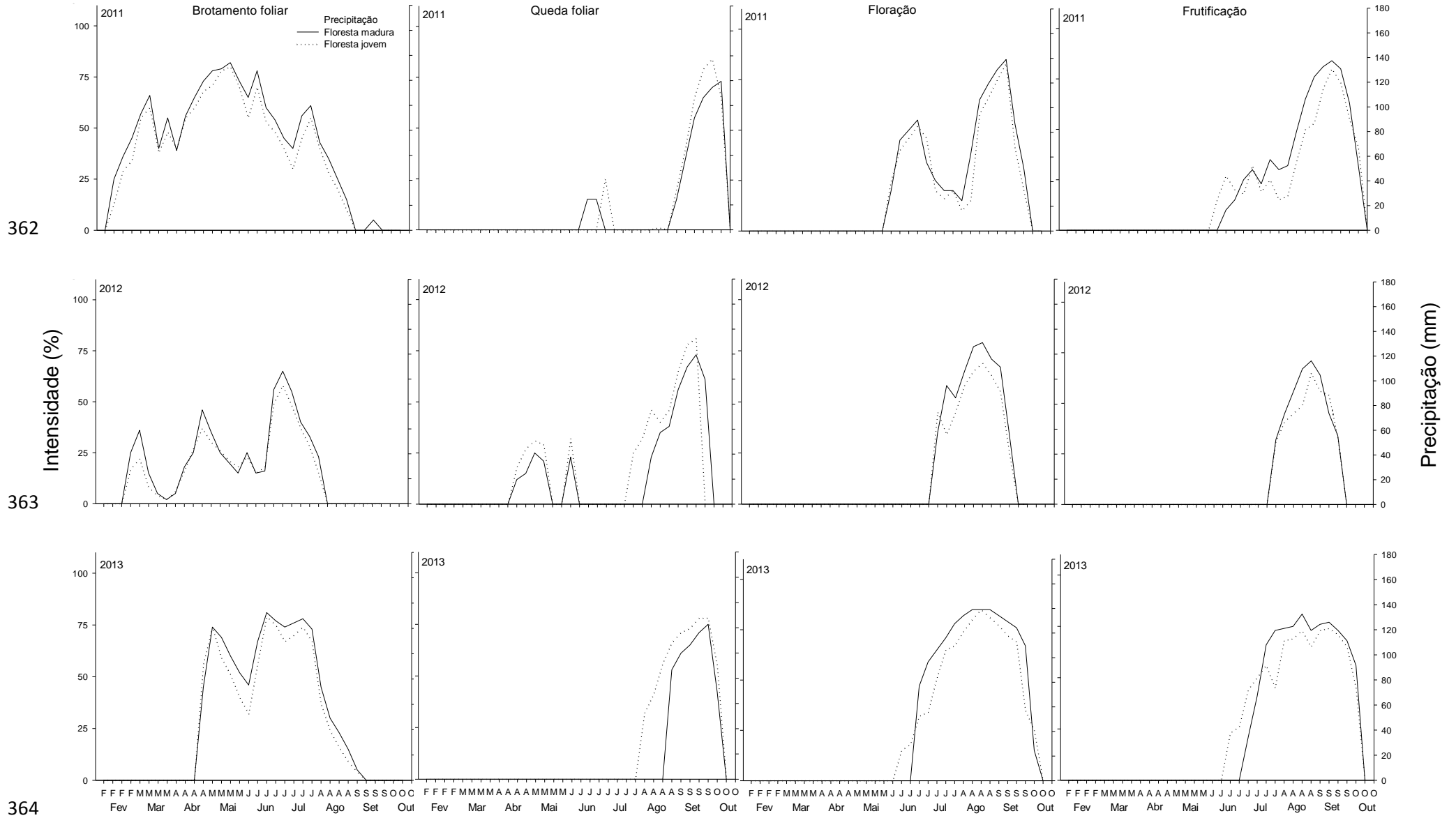


Figura 4. Intensidade semanal (%) das fenofases de *Pseudabutilon spicatum* durante três anos em florestas madura e jovem de caatinga, Caruaru, PE.

Agradecimentos

365
366 Agradecemos à Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao Programa de Pós-Graduação
367 em Botânica, ao Laboratório de Ecologia Vegetal dos Ecossistemas Naturais e ao Instituto
368 Agrônômico de Pernambuco por todo o apoio; e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
369 Nível Superior (CAPES), ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a
370 Fundação do Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelas bolsas
371 concedidas e apoio financeiro ao projeto.

372

Referências bibliográficas

373

374

375 Abbott LB, Lepak D, Daniel DL (2007) Vegetative and Reproductive Phenology of African
376 Rue (*Peganum harmala*) in the Northern Chihuahuan Desert. *The southwestern naturalist*
377 **52**: 209-218.

378 Aguilar R. et al. (2012) What is left after sex in fragmented habitats? Assessing the quantity
379 and quality of progeny in the endemic tree *Prosopis caldenia* (Fabaceae). *Biological*
380 *Conservation* **152**: 81-89.

381 Albuquerque UP, Araújo, EL, Asfora-Eldeir AC, Lima A LA, Souto A, Bezerra BM, Ferraz
382 EMN, Freire EMX, Sampaio EVSB, Las-Casas FMG, Moura GJB, Pereira G A, Melo
383 JG, Ramos M A, Rodal MJN, Schiel N, Lyra-Neves RM, Alves RRN, Azevedo-Junior
384 SM, Telino Junior WR, Severi W (2012) Caatinga Revisited: Ecology and Conservation
385 of an Important. Seasonal Dry Forest. *The Scientific World Journal* **2012**: 1-18.

386 Alcoforado Filho FG, Sampaio EVSB, Rodal MJN (2003) Florística e fitossociologia de um
387 remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em caruaru, Pernambuco. *Acta*
388 *Botanica Brasilica* **17**: 287-303.

- 389 Alvarado ST, Buisson E, Rabarison H, Rajeriarison C, Birkinshaw C, Lowry PP, Morellato
390 LPC (2014) Fire and the reproductive phenology of endangered Madagascar
391 sclerophyllous tapia woodland. *South Africa Journal of Botany* **94**: 79-87.
- 392 Amorim IL, Sampaio EVSB, Araújo EL (2009) Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do
393 Seridó, RN. *Revista Árvore* **33**: 491-499.
- 394 Araújo EL, Silva KA, Ferraz EMN, Sampaio EVSB, Silva SI (2005) Diversidade de
395 herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru, PE,
396 Brasil. *Acta Botanica Brasilica* **19**: 285-294.
- 397 Araújo EL, Castro CC, Albuquerque UP (2007) Dynamics of Brazilian Caatinga – A review
398 concerning the plants, environment and people. *Functional Ecosystems and*
399 *Communities* **1**: 15-28.
- 400 Archontoulis SV, Struik, PC, Vos J, Danalatos NG (2010) Phenological growth stages of
401 *Cynara cardunculus*: codification and description according to the BBCH scale. *Annals*
402 *of Applied Biology* **156**: 253-270.
- 403 Ayres M, Ayres JRM, Ayres DL, Santos AS (2007) BioEstat 5.0-Aplicações Estatísticas nas
404 Áreas das Ciências Biológicas e Médicas: Sociedade Civil Mamirauá, Belém. CNPq,
405 Brasília. 290p.
- 406 Bencke CSC, Morellato LPC (2002a) Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia
407 de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica* **25**: 269-275.
- 408 Bencke CSC, Morellato LPC (2002b) Estudo comparativo da fenologia de nove espécies
409 arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de*
410 *Botânica* **25**: 237-248.
- 411 Brunet J, Frenner PD, Mayr LM (2012) Life-history traits explain rapid colonization of young
412 post-agricultural forests by understory herbs. *Forest Ecology and Management* **278**: 55-
413 62.

- 414 Chang Z et al. (2013) Responses of Plants' Phenology to Climate Warming in the Desert Area
415 in Northwestern China. *Advance Journal of Food Science and Technology* **5**: 500-505.
- 416 Clary J (2008) Rainfall seasonality determines annual/perennial grass balance in vegetation of
417 Mediterranean Iberian. *Plant Ecology* **195**: 13-20.
- 418 Christian B, Joshi N, Saini M, Mehta N, Goroshi S, Nidamanuri RR, Thenkabail P, Desai AR,
419 Krishnayya NSR (2015) Seasonal variations in phenology and productivity of a tropical
420 dry deciduous forest from MODIS and Hyperion. *Agricultural and Forest Meteorology*
421 **214**: 91-105.
- 422 Cupido CN, Nelson LJ (2012) Floral functional structure, sexual phases, flower visitors and
423 aspects of breeding system in *Roella ciliata* (Campanulaceae) in a fragmented habitat.
424 *Plant Systematics and Evolution* **298**: 931-936.
- 425 Duarte SMA, Barbosa MP, Neto JMM (2009) Avaliação das classes da cobertura vegetal no
426 município de Taperoá, estado da Paraíba. *Engenharia Ambiental* **6**: 330-341.
- 427 Felton A, Felton AM, Wood J, Lindenmayer DB (2006) Vegetation structure, phenology, and
428 regeneration in the natural and anthropogenic tree-fall gaps of a reduced-impact logged
429 subtropical Bolivian forest. *Forest ecology and Management* **235**: 186-193.
- 430 Fournier LA (1974) Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en
431 árboles. *Turrialba* **25**: 422-423.
- 432 Frankl R, Wanning S, Braun R (2005) Quantitative floral phenology at the landscape scale: Is
433 a comparative spatio-temporal description of "flowering landscapes" possible? *Journal*
434 *for Nature Conservation* **13**: 219-229.
- 435 Fuchs EJ, Lobo JA, Quesada, M (2003) Effects of Forest Fragmentation and Flowering
436 Phenology on the Reproductive Success and Mating Patterns of the Tropical Dry Forest
437 Tree *Pachira quinata*. *Conservation Biology* **17**: 149-157.
- 438 Garcia LC, Hobbs RJ, Santos FAM, Rodrigues RR (2014) Flower and Fruit Availability along
439 a Forest Restoration Gradient. *Biotropica* **46**: 114-123.

- 440 García-Mozo H, Mestre A, Galán C (2010) Phenological trends in southern Spain: A response
441 to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology* **150**: 575-580.
- 442 Gong Z, Kawamura K, Ishikawa N, Goto M, Wulan T, Alateng D, Yin T, Ito Y (2015)
443 MODIS NDVI and vegetation phenology dynamics in the Inner Mongolia grassland.
444 *Solid Earth Discussions* **7**: 2381-2411.
- 445 Harper KA, MacDonald SE, Burton PJ, Chen J, Broszofski KD, Saunders SC, Euskirchen ES,
446 Roberts D, Jaiteh MS, Esseen P (2005) Edge influence on forest structure and
447 composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* **19**: 768-782.
- 448 Jochner S, Alves-Eigenheer M, Menzel A, Morellato LPC (2013) Using phenology to assess
449 urban heat islands in tropical and temperate regions. *International Journal of Climatology*
450 **33**: 3141-3151.
- 451 Jolly WM, Running SW (2004) Effects of precipitation and soil water potential on drought
452 deciduous phenology in the Kalahari. *Global Change Biology* **10**: 303-308.
- 453 Jurisch K, Hahn K, Wittig R, Bernhardt-Römermann M (2012) Population Structure of
454 Woody Plants in Relation to Land Use in a Semi-arid Savanna, West Africa. *Biotropica*
455 **44**: 744-751.
- 456 Kang H, Bawa KS (2003) Effects of successional status, habit, sexual systems, and pollinators
457 on flowering patterns in tropical rain forest trees. *American Journal of Botany* **90**: 865-
458 876.
- 459 Kim D, Arthur MA (2014) Changes in community structure and species-landform relationship
460 after repeated fire disturbance in an oak-dominated temperate forest. *Ecological Research*
461 **29**: 661-671.
- 462 Köppen W. (1948) *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de
463 Cultura Económica. 466 p

- 464 Lesica P, Kittelson PM, (2010) Precipitation and temperature are associated with advanced
465 flowering phenology in a semi-arid grassland. *Journal of Arid Environment* **74**: 1013-
466 1017.
- 467 Lima ALA, Rodal MJN (2010) Phenology and wood density of plants growing in the semi-
468 arid region of northeastern Brazil. *Journal of Arid Environment* **74**: 1363-1373.
- 469 Lima ALA, Sampaio EVSB, Castro CC, Rodal MJN, Antonino ACD, Melo AL (2012) Do the
470 phenology and functional stem attributes of woody species allow for the identification of
471 functional groups in the semiarid region of Brazil? *Trees* **26**: 1605-1616.
- 472 Lins Neto EMF, Almeida ALS, Peroni N, Castro CC, Albuquerque UP (2013) Phenology of
473 *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) under different landscape management
474 regimes and a proposal for a rapid phenological diagnosis using local knowledge. *Journal*
475 *of Ethnobiology and Ethnomedicine* **9**: 1-28.
- 476 Lopes CGR, Ferraz EMN, Castro CC, Lima EN, Santos JMFF, Santos DM, Araújo, EL
477 (2012) Forest succession and distance from preserved patches in the Brazilian semiarid
478 region. *Forest Ecology and Management* **271**: 115-123.
- 479 Machado ICS, Barros LM, Sampaio EVSB (1997) Phenology of Caatinga Species at Serra
480 Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* **29**: 57-68.
- 481 Marchesini VA, Fernández RJ, Reynolds JF, Sobrino JÁ, Di Bella CM (2014) Changes in
482 evapotranspiration and phenology as consequences of shrub removal in dry forests of
483 central Argentina. *Ecohydrology*, DOI: 10.1002/eco.1583, 2014.
- 484 Morellato LPC, Camargo MGG, Gressler E (2013) A Review of Plant Phenology in South
485 and Central America. In: Schwartz MD *Phenology: An Integrative Environmental*
486 *Science*. 2.ed. pp.91-113.
- 487 Nadia TL, Morellato LPC, Machado IC (2012) Reproductive phenology of a northeast
488 Brazilian mangrove community: Environmental and biotic constraints. *Flora* **207**: 682-
489 692.

- 490 Newstrom LE, Frankie GW, Baker HG (1994) A new classification for plant phenology
491 based on flowering patterns in low land tropical rain forest at La Selva, Costa Rica.
492 *Biotropica* **26**: 141-159.
- 493 Obiang NLE, Ngomanda A, Hymas O, Chézeauxl E, Picard N (2014) Diagnosing the
494 demographic balance of two light-demanding tree species populations in central Africa
495 from their diameter distribution. *Forest Ecology and Management* **313**: 55-62.
- 496 Oliveira Junior DA, Silva RA, Araújo LLS, Santos Júnior RJ, Arnaud AF (2008)
497 Caracterização fenológica das plantas apícolas herbáceas e arbustivas da microrregião de
498 Catolé do Rocha - PB - Brasil. *Revista Verde* **3**: 86-99.
- 499 Oliveira MA, Grillo AS, Tabarelli M (2004) Forest edges in the Brazilian Atlantic forest:
500 drastic changes in tree species assemblages. *Oryx* **38**: 389-394.
- 501 Pezzini FF, Ranieri BD, Brandão DO, Fernandes GW, Quesada M, Espírito-Santo MM,
502 Jacobi CM (2014) Changes in tree phenology along natural regeneration in a seasonally
503 dry tropical forest. *Plant Biosystems* **25**: 12-23.
- 504 Polansky L, Boesch C (2012) Long-term Changes in Fruit Phenology in a West African Low
505 land Tropical Rain Forest are Not Explained by Rainfall. *Biotropica* **45**: 434-440.
- 506 Quesada M, Stoner E (2003) Threats to the conservation of tropical dry forests in Guanacaste,
507 Costa Rica. In Frankie GW, Mata A, Vinson SB (eds) *Conservation biology in a tropical
508 dry forest biodiversity conservation in Costa Rica: learning the lessons in the Costa
509 Rican dry forest*. University of California Press, Berkeley, 150-162.
- 510 Quesada M, Sanchez-Azofeifa GA, Alvarez-Añorve M, Stoner KE, Cabadilla LA, Calvo-
511 Alvarado J, Castillo A, Espírito-Santo MM, Fagundes M, Fernandes GW, Gamon
512 J, Lopezaraiza-Mikel M, Lawrence D, Morellato LPC, Powers JS, Neves FS, Rosas-
513 Guerrero V, Sayago R, Sanchez-Montoya G (2009) Succession and management of
514 tropical dry forests in the Americas: Review and new perspectives. *Forest Ecology and
515 Management* **258**: 1014-1024.

- 516 Ramírez N, Briceño H (2011) Reproductive phenology of 233 species from four herbaceous–
517 shrubby communities in the Gran Sabana Plateau of Venezuela. *AoB Plants* **12**: 1-17.
- 518 Ramos FN, Santos FM (2005) Phenology of *Psychotria tenuinervis* (Rubiaceae) in Atlantic
519 Forest fragments. *Canadian Journal of Botany* **83**: 1305-1316.
- 520 Reis AMS, Araújo EL, Ferraz EMN, Moura AN (2006) Inter-annual in the floristic and
521 population structure of an herbaceous community of “caatinga” vegetation in
522 Pernambuco, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* **29**: 497-508.
- 523 Rich PM, Breshears DD, White AB (2008) Phenology of mixed woody–herbaceous
524 ecosystems following extreme events: net and differential responses. *Ecology* **89**: 342-
525 352.
- 526 Risberg L, Granström A (2009) The effect of timing of forest fire on phenology and seed
527 production in the fire-dependent herbs *Geranium bohemicum* and *G. lanuginosum*
528 Sweden. *Forest Ecology and Management* **257**: 1725-1731.
- 529 Rocha OJ, Aguilar G (2001) Reproductive biology of the dry forest tree *Enterolobium*
530 *cyclocarpum* (Guanacaste) in Costa Rica: a comparison between trees left in pastures and
531 trees in continuous forest. *American Journal of Botany* **88**: 1607-1614.
- 532 Sampaio EVSB, Araújo EL, Salcedo IH, Tiessen H (1998) Regeneração da vegetação após
533 corte e queima, em Serra Talhada, PE. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **33**: 621-632.
- 534 Santos JM, Santos DM, Lopes CG, Silva KA, Sampaio EV, Araújo EL (2013) Natural
535 regeneration of the herbaceous community in a semiarid region in Northeastern Brazil.
536 *Environmental Monitoring and Assessment* **185**: 1-16.
- 537 Scrok GJ, Varassin IG (2011) Reproductive biology and pollination of *Aechmea distichantha*
538 Lem. (Bromeliaceae). *Acta Botanica Brasilica* **25**: 571-576.
- 539 Sobrinho MS, Tabatinga GM, Machado ICS, Lopes AV (2013) Reproductive phenological
540 pattern of *Calotropis procera* (Apocynaceae), an invasive species in Brazil: annual in

- 541 native areas; continuous in invaded areas of caatinga. *Acta Botanica Brasilica* **27**: 456-
542 459.
- 543 Souza DNN (2012) Fenologia de cinco espécies herbáceas em duas áreas (preservada e
544 antropizada) de uma floresta tropical seca (caatinga). *Dissertação* (Mestrado em
545 Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 74 p
- 546 Souza JT, Ferraz EMN, Albuquerque UP, Araújo EL (2014a) Does proximity to a mature
547 forest contribute to the seed rain and recovery of an abandoned agriculture area in a
548 semiarid climate? *Plant Biology* **16**:748-756.
- 549 Souza DNN, Camacho RGV, Melo JIM, Rocha LNG, Silva NF (2014b) Estudo fenológico de
550 espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de caatinga no Estado do Rio
551 Grande do Norte, Brasil. *Biotemas* **27**: 31-42.
- 552 Steinaker DF, Wilson SD (2008) Phenology of fine roots and leaves in forest and grassland.
553 *Journal of Ecology* **96**: 1222-1229.
- 554 Thaxton JM, Martinez SM, Van Bloem SJ, Whitimire SL (2012) Biomass allocation and leaf
555 phenology of native and non-native grasses in a subtropical dry forest in Puerto Rico.
556 *Restoration Ecology* **13**: 140-151.
- 557 Villa-Galaviz E, Boege K, Del-Val E (2012) Resilience in Plant-Herbivore Networks during
558 Secondary Succession. *Plos One* **7**: 1-7.
- 559 Villalobos SM, Balvanera P, Martínez-Ramos M (2011) Early Regeneration of Tropical Dry
560 Forest from Abandoned Pastures: Contrasting Chronosequence and Dynamic
561 Approaches. *Biotropica* **43**: 666-675.
- 562 Wessels KJ, Mathieub R, Erasmusc BFN, Asnerd GP, Smite IPJ, van Aardtf JAN, Mainb R,
563 Fisherb J, Maraisa W, Kennedy-Bowdoind T, Knappd DE, Emersond R, Jacobsond J
564 (2011). Impact of communal land use and conservation on woody vegetation structure in
565 the Lowveld savannas of South Africa. *Forest Ecology and Management* **261**: 19-29.

566 Zanella L, Borém RAT, Souza CG, Alves HMR, Borém FM (2012). Atlantic Forest
567 fragmentation analysis and landscape restoration management scenarios. *Natureza e*
568 *Conservação* **10**: 56-63.

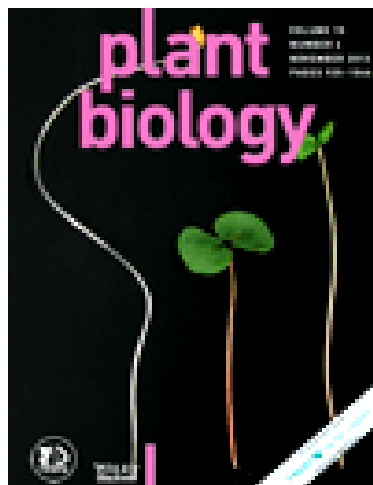
569 Zar JH (1999) Biostatistical analysis, third ed. Prentice-Hall International Editions,
570 New Jersey. 662 p

571

572

Capítulo 2

Artigo a ser enviado à revista Plant Biology



1 **Atributos reprodutivos de espécies herbáceas em florestas com diferentes idades de**
2 **regeneração natural**

3

4 Diego Nathan do Nascimento Souza¹, Cibele Cardoso de Castro², Lúcia Helena Piedade
5 Kiill³ e Elcida de Lima Araújo⁴

6

7 ¹ Aluno de Pós-Graduação em Botânica, Departamento de Biologia, Universidade
8 Federal Rural de Pernambuco, Av Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife,
9 PE, CEP: 52.171-900. E-mail: diego_nathan@yahoo.com.br, tel.: +558133206308

10 ² Professora do Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
11 Unidade Acadêmica de Garanhuns – Avenida Bom Pastor, s/n, Boa Vista, CEP: 52296-
12 901, Garanhuns, Brasil.

13 ³ Embrapa Semiárido, BR 428, Km 152, Zona rural, Caixa Postal 23, CEP: 56302-970,
14 Petrolina-PE, Brasil.

15 ⁴ Professora do Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
16 Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, CEP: 52.171-900

17

18 **Palavras-chaves:** caatinga, flores, frutos, morfometria

19

20

21

22 **RESUMO**

23 Alterações dos habitats têm ocasionado mudanças nos atributos reprodutivos das
24 plantas, que podem ser utilizadas para evidenciar o tempo necessário para resiliência
25 das florestas antropogênicas. Assim, neste estudo foram avaliados os atributos
26 reprodutivos de herbáceas terófitas de três florestas secas de caatinga, uma madura (>50
27 anos) e duas jovens (17 e 5 anos). Nas três florestas foram avaliadas a morfometria de
28 inflorescências, flores e frutos, a produção de frutos e sementes, a predação pré-
29 dispersão e o sucesso reprodutivo pré-emergente de *Bidens bipinnata* L., *Desmodium*
30 *glabrum* (Mill.) DC. e *Pseudabutilon spicatum* (Kunth) R.E. Fr.. Em média, os
31 tamanhos de flores, inflorescências e frutos das três populações foram maiores na
32 floresta de 5 anos. Os tamanhos de flores e frutos não diferiram entre as florestas de 17
33 anos e a madura, indicando que esse tempo permite que terófitas voltem a apresentar
34 tamanhos de estruturas reprodutivas similares ao da floresta madura. A predação pré-
35 dispersão e o sucesso reprodutivo pré-emergente não diferiram entre as florestas,
36 indicando que tais atributos de herbáceas não são muito apropriados para estimar o
37 tempo necessário para a recuperação de áreas antrópicas. Entre os atributos
38 reprodutivos, os morfométricos são mais sensíveis e mais apropriados para avaliar a
39 resiliência das florestas antropogênicas de ambientes semiáridos dentro do grupo de
40 herbáceas terófitas.

41

42 **1. INTRODUÇÃO**

43 A transformação crescente das florestas em áreas antropogênicas tem gerado
44 problemas para conservação biológica no mundo inteiro, sendo necessário a
45 compreensão de aspectos reprodutivos das plantas, como a biologia floral e da

46 polinização, o sistema sexual e as estratégias reprodutivas (Caar e Eubanks 2014, Van
47 der Niet et al. 2014, Baak et al. 2015) para o desenvolvimento de projetos eficazes de
48 manejo, conservação e recuperação de áreas (Clivati et al. 2014, Geib et al. 2015,
49 Vicent et al. 2015).

50 Entre as várias ações antrópicas, o desmatamento gera perdas de habitats,
51 alteração na composição de espécies e ruptura no funcionamento de processos
52 ecológicos, como o da polinização (Pesci 2004, Fischer e Lindenmayer 2007). A perda
53 de um polinizador ou a redução no tamanho de sua população, a partir do
54 desmatamento, geram consequências negativas para a reprodução das plantas (Ollerton
55 et al. 2014, Phillips et al. 2014) e, conseqüentemente, para produção de sementes
56 necessárias para renovação das populações.

57 Sem dúvida, muitas das atividades antrópicas causam danos em cascatas para a
58 biodiversidade e para o processo de regeneração natural das florestas (Furukawa et al.
59 2011, Hintz et al. 2012, Mendes et al. 2015), com consequências de curto e longo prazo
60 para o próprio homem, que dependente dos recursos das florestas (Wessels et al. 2011,
61 Albuquerque et al. 2012, Andrade et al. 2015). Todavia, o tempo de resposta dos
62 atributos reprodutivos das plantas a tais danos é ainda desconhecido para muitas
63 espécies (Girão et al. 2007; Almeida et al. 2011; Garcia et al. 2014), o que impossibilita
64 prever o tempo necessário para completa resiliência das florestas pós-distúrbios.

65 Em ambientes tropicais e temperados os estudos vêm mostrando que as ações
66 antrópicas têm afetado sucesso reprodutivo das plantas (Maués e Oliveira 2010,
67 Meekers e Honnay 2011); as características morfométricas das flores, frutos e sementes
68 (Ruffato et al. 2015); a predação pré-dispersão (Brudvig et al. 2015) e a quantidade de
69 frutos e sementes formados por indivíduo (Aizen e Feinzinger 1994, Aguirre e Dirzo
70 2008, Neal et al. 2010). Logo é inquestionável que perturbações antropogênicas afetam

71 o fitness das plantas, sendo de extrema importância mostrar como isso ocorre para
72 melhor compreensão do processo de resiliência das florestas.

73 Admitindo a hipótese de que os atributos reprodutivos das espécies sejam
74 afetados negativamente pela idade das florestas mais jovens, neste estudo objetou-se
75 avaliar como espécies herbáceas se comportam em florestas secas de diferentes idades,
76 no intuito de responder as seguintes questões: 1. Aspectos da biologia floral de espécies
77 herbáceas da caatinga são influenciados pela idade da floresta? 2. Como se apresenta a
78 predação pré-dispersão e a morfometria de frutos de herbáceas da caatinga em áreas
79 com diferentes idades? 3. O sucesso reprodutivo pré-emergente é influenciado pela
80 idade da floresta?

81

82 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

83

84 **2.1. Áreas de Estudo**

85 Este estudo foi conduzido em três florestas secas de caatinga hipoxerófila, sendo
86 uma madura (>50 anos) e duas jovens (17 e 5 anos), todas localizadas na Estação
87 Experimental José Nilson de Melo, pertencente ao Instituto Agrônomo de
88 Pernambuco (IPA) em Caruaru, Pernambuco, Nordeste do Brasil (8° 14' S e 35° 55' W,
89 537 m de altitude). As florestas são separadas por estreitas estradas não pavimentadas
90 de aproximadamente quatro metros de largura (Figura 1).

91 A floresta madura tem cerca de 32 ha, não sendo permitido o trânsito de animais
92 domésticos e o extrativismo. As florestas jovens correspondem a trechos da floresta
93 madura que foram submetidos ao corte raso para o cultivo experimental de palma
94 gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), sem uso de pesticida ou fogo. Esses trechos
95 foram abandonados pós-cultivo e vêm se regenerando naturalmente. A floresta jovem de

17 anos tem seis hectares e já apresenta alguns indivíduos lenhosos, mas com copas que pouco se tocam, conferindo menor sombreamento ao solo quando comparado à floresta madura (Lopes et al. 2012, Souza et al. 2014). A floresta jovem de 5 anos tem 1,40 hectares e apresenta uma vegetação composta principalmente por plantas herbáceas e subarbustivas. Ela também apresenta muitos indivíduos da palma que foi cultivada e rara ocorrência de plantas arbóreas, o que faz com a exposição do solo desta floresta a incidência direta da luz solar seja maior quando comparada as demais florestas.

O clima local é classificado como semiárido, do tipo BSh (Köppen, 1948). A precipitação média anual histórica é de cerca de 685 mm (últimos 30 anos), sendo concentrada nos meses de março a agosto, período considerado como a estação chuvosa. A temperatura local apresenta valores mínimo e máximo absolutos de 11 e 38°C, respectivamente, com média de 22,7°C. Os solos são do tipo Podzólico Amarelo Eutrófico e drenadas pelo riacho Olaria (Lopes et al. 2012, Mendes et al. 2015).

2.2. Espécies estudadas

Bidens bipinnata L. (Asteraceae) possui inflorescência do tipo capítulo, com até 1,7 cm de diâmetro, flores inconspícuas (< 4 mm) amarelas, presença de néctar e pólen, e frutos do tipo cipsela, com uma semente por fruto. *Desmodium glabrum* (Mill.) DC. (Fabaceae) apresenta inflorescência do tipo racemosa com até 30 cm de comprimento, flores rosadas com cerca de 0,5 cm de comprimento e frutos do tipo lomento. *Pseudabutilon spicatum* (Kunth) R.E. Fr. (Malvaceae) apresenta inflorescência racemosa, de até 60 cm, flores amarelas de até 1,2 cm de diâmetro, frutos do tipo esquizocarpo de 0,5 a 1,0 cm de diâmetro, com quatro a cinco mericarpos e cerca de 15 sementes.

120

121 2.3. Delineamento experimental

122 Para as três populações de cada floresta, em 2013 foram selecionados e
123 marcados 30 indivíduos para avaliação dos seguintes atributos reprodutivos:
124 morfometria das inflorescências, flores, e frutos; predação pré-dispersão dos frutos;
125 formação de frutos e sementes e sucesso reprodutivo pré-emergente.

126 O comprimento das inflorescências racemosas (*D. Glabrum* e *P. spicatum*) foi
127 mensurado em uma inflorescência por indivíduo. Todavia, o tamanho das flores foi
128 avaliado em uma subamostra de 15 indivíduos por espécie de cada floresta dentro os 30
129 selecionados. Em *B. bipinnata* mensurou-se o diâmetro do capítulo, o qual foi
130 considerado como unidade floral. Em *D. glabrum* e *P. spicatum* foram avaliados o
131 comprimento e diâmetro de cada flor, respectivamente.

132 A quantidade de sementes por fruto só foi mensurada em *B. bipinnata* e *P.*
133 *spicatum* que tinham mais de uma semente por fruto, sendo coletados dois frutos por
134 indivíduo, totalizando 60 frutos de cada espécie por floresta. Para *D. glabrum* não foi
135 contado número de sementes do lomento, pois no período de dispersão o fruto ficava
136 com apenas uma semente em um artículo.

137 A predação pré-dispersão foi mensurada em três frutos por indivíduo,
138 totalizando 90 frutos por espécie em cada floresta. Frutos que apresentavam ocorrência
139 de orifícios ou perfurações foram contabilizados como predados.

140 Um total de três flores por indivíduo por espécie foi marcado e monitorado até a
141 formação do fruto para avaliar a razão fruto/flor. Posteriormente, os frutos formados
142 foram coletados para contabilizar o número de sementes formadas e avaliar a razão
143 semente/óvulo. Após determinarmos as razões fruto/flor e semente/óvulo, o sucesso
144 reprodutivo pré-emergente (PERS) para todas as espécies foi calculado através do
145 produto das duas razões, seguindo a metodologia de Wiens et al. (1987).

146

147 **2.4. Análise dos dados**

148 Diferenças na morfometria de inflorescências, flores, e frutos das populações
149 entre as florestas, bem como na quantidade de sementes por fruto, número de frutos
150 predados e sucesso reprodutivo pré-emergente foram avaliadas pelo teste Kruskal-
151 Wallis, com procedimento Student-Newman-Keuls a *posteri* a de 5% probabilidade.
152 Todos os testes foram realizados no Programa Bioestat 5.0 (Ayres et al. 2007).

153

154 **3. RESULTADOS**

155

156 Poucos atributos reprodutivos diferiram entre as florestas madura e jovens e em
157 média os tamanhos de flores, inflorescências e frutos das três populações foram maiores
158 na floresta de 5 anos (Tabela 1). Os tamanhos das flores ($H=7,26$; $p<0,05$) e dos frutos
159 ($H=11,49$; $p<0,05$) de *B. bipinnata* difeririam entre as florestas jovens e, destas, apenas
160 a de 5 anos diferiu da floresta madura. Todavia, a quantidade de frutos/sementes
161 formados foi maior na floresta de 5 anos, diferindo das demais florestas ($H=17$, $p<0,05$).

162 Os comprimentos das inflorescências de *D. glabrum* diferiram entre todas as
163 florestas ($H=28,79$; $p<0,01$), mas apenas os tamanhos das flores da floresta de 5 anos
164 diferiram das demais florestas ($H=6,37$; $p<0,05$). Já os tamanhos de seus frutos
165 diferiram entre as florestas jovens, bem como entre a floresta de 5 anos e a floresta
166 madura ($H=28,68$; $p<0,01$).

167 Em *P. spicatum* os comprimentos das inflorescências diferiram entre todas as
168 florestas ($H=49,91$; $p<0,01$), mas não houve diferença no tamanho das flores ($H=4,19$;
169 $p=0,12$). Todavia, os tamanhos dos frutos diferiram entre as florestas jovens ($H=42,11$;
170 $p<0,01$), bem como entre as florestas de 5 anos e a madura. Já a quantidade de sementes

171 por fruto diferiu entre as três florestas ($H=45,22$; $p<0,01$), sendo maior na floresta
172 madura.

173 O número de frutos predados não diferiu entre as florestas para nenhuma das
174 espécies, sendo registrado percentuais de para 8, 6 e 9% em *B. bipinnata* ($H=0,46$;
175 $p=0,79$), *D. glabrum* ($H=0,83$; $p=0,66$), e *P. spicatum* ($H=2,84$; $p=0,24$),
176 respectivamente. Apesar das diferenças na quantidade de frutos/sementes registradas na
177 população de *B. bipinnata* o sucesso reprodutivo pré-emergente das três espécies não
178 diferiu entre florestas, sendo em média de 0,52; 0,47 e de 0,61 em *B. bipinnata*
179 ($H=0,86$; $p=0,64$), *D. glabrum* ($H=0,21$; $p=0,70$) e *P. spicatum* ($H=0,97$; $p=0,51$),
180 respectivamente (Tabela 1).

181

182 **4. DISCUSSÃO**

183

184 O tamanho das estruturas reprodutivas das espécies foi em média maior na
185 floresta mais jovem, ou seja, na floresta onde as plantas recebiam maior incidência de
186 luz solar direta, confirmando a tendência registrada na literatura (Scrok e Varassin
187 2011; Barrios et al. 2011; Pollato et al. 2014; Brito et al. 2015). Tal resultado indica que
188 embora a pouca disponibilidade de água seja um fator restritivo para o desenvolvimento
189 das plantas nas florestas secas (Albuquerque et al. 2012; Lima et al. 2012, Bustamante-
190 Becerra et al. 2014), no período das chuvas esse efeito é reduzido ou torna-se nulo para
191 ervas terófitas, as quais passam a ser influenciadas pela disponibilidade de luz (Pollato
192 et al. 2014, Brito et al. 2015). Durante a estação chuvosa o sombreamento das copas das
193 árvores reduz a incidência da radiação luminosa para o crescimento e reprodução deste
194 grupo de herbáceas, como ocorre na vegetação da caatinga (Lopes et al. 2012, Santos et
195 al. 2013; Silva et al. 2013). Contudo, a ausência de diferenças entre a floresta de 17 anos

196 e a madura, sugere que esse tempo é suficiente para que terófitas voltem a apresentar
197 características florais morfométricas similares a encontrada na floresta madura. Outros
198 estudos apontam que em áreas abertas e mais jovens algumas espécies investem mais
199 em seus atributos reprodutivos para atrair mais polinizadores (Pellegrino e Bellusci
200 2014, Lázaro et al. 2015) e assim terem mais sucesso reprodutivo.

201 A quantidade de frutos formados em *B. bipinnata* foi maior nas duas florestas
202 jovens, mas em *P. spicatum* foi maior na floresta madura. Este achado sugere que as
203 espécies diferem quanto a exigência de serviço de polinização, sendo possível que *P.*
204 *spicatum* tenha uma melhor eficiência na produção de frutos em condições de maior
205 conservação, como o encontrado na floresta madura. Em algumas florestas secas, áreas
206 maduras possuem características bem desenvolvidas, como os serviços de fluxo
207 polínico, e isto faz com que as plantas dessas áreas formem mais frutos que em locais
208 mais jovens (Munguía-Rosas et al. 2013, Rodríguez-Oseguera et al. 2013)

209 Outra possibilidade de explicação para diferença registrada na produção de
210 frutos entre as florestas seria a competição por polinizadores, que segundo Felton et al.
211 (2006) e Newman et al. (2013) tende a ser maior na floresta madura devido a quantidade
212 de plantas existentes. Em adição Aizen e Feizinger (1994) e Neal et al. (2010)
213 registraram uma relação entre tamanho da área da floresta e competição por
214 polinizadores. Segundo esses autores, quanto menor o tamanho da floresta maior a
215 possibilidade de predação dos polinizadores, o que reduz o tamanho de suas populações
216 e a eficiência de seus serviços de polinização. As três espécies de nosso estudo são
217 polinizadas por pequenos insetos, como moscas, abelhas e besouros (Rech et al. 2014),
218 assim se polinizadores for o fator indutor das diferenças na produção de frutos é
219 possível que os que polinizam *P. spicatum* não forme população abundante em áreas
220 abertas, justificando a maior produção na floresta madura. De qualquer forma, o fato de

221 existir espécies produzindo mais fruto em florestas antropogênicas e outras em floresta
222 madura sugere a necessidade de cautela ao se avaliar o tempo necessário para
223 recuperação das florestas modificadas pelo homem, pois esse pode depender da espécie
224 considerada.

225 A predação pré-dispersão é uma força seletiva que leva as plantas a alocar
226 recursos para proteger o embrião ou, então, a produzir mais frutos para saciar os
227 predadores (Yasaka et al. 2003, Leja et al. 2015, Soares et al. 2015, Zambrano et al.
228 2015), no intuito de favorecer a renovação de suas populações. Contudo, no nosso
229 estudo a taxa de predação foi inferior a 10% e sem diferenças entre as florestas. Este
230 achado indica que para as terófitas estudadas a predação de frutos pré-dispersão não é
231 um bom atributo para compreender a resiliência das florestas antropogênicas. Em outras
232 áreas secas pelo mundo essa diferença é visível nas florestas mais jovens, que
233 apresentam maior taxa de predação (Joubert et al. 2013, Valenta et al. 2015).

234 Apesar do sucesso reprodutivo das plantas variar em função do *status* de
235 conservação das florestas (Cunningham 2001, Fuchs et al. 2003), neste estudo, embora
236 tenhamos encontrado diferenças na morfometria de flores e frutos e na quantidade de
237 frutos, não encontramos diferenças entre as florestas no sucesso reprodutivo de
238 nenhuma das herbáceas, confirmando o registrado por Almeida et al. (2011) para
239 espécies lenhosas. Para as espécies herbáceas o sucesso reprodutivo pré-emergente tem
240 menores taxas em áreas que passaram por atividades antrópicas (Gutiérrez et al. 2015),
241 diferente do observado neste estudo.

242 Por fim, este estudo mostrou que os atributos reprodutivos podem sim sinalizar
243 diferenças no *status* sucessional das florestas, sendo os atributos morfométricos os mais
244 sensíveis. O sucesso reprodutivo pré-emergente e a predação pré-dispersão não foram
245 considerados bons atributos para se avaliar a recuperação das florestas antropogênicas,

246 pelo menos para as herbáceas em questão. Assim, as espécies herbáceas da caatinga
247 apresentam pouca variação em seus atributos reprodutivos entre áreas de diferentes
248 idades, sendo a área mais jovem a mais discrepante.

249

250 **Agradecimentos:** Agradecemos ao Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA) pelo
251 apoio; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a
252 Fundação do Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) e ao
253 Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelas bolsas
254 concedidas e apoio financeiro ao projeto; a todos do Laboratório de Ecologia dos
255 Ecossistemas Naturais (LEVEN/UFRPE).

Tabela 1. Média das medidas dos atributos reprodutivos de espécies herbáceas em áreas de caatinga com diferentes idades de regeneração, Caruaru-PE, Brasil (I= floresta madura - > 50 anos; II= Floresta jovem I – 17 anos; III= floresta jovem II – 5 anos; PERS médio= Sucesso reprodutivo pré-emergente).

| | Florestas | Tamanho floral | Tamanho da inflorescência | Tamanho dos frutos | Quantidade de diásporos | PERS médio |
|-------------------------------|-----------|----------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|------------|
| <i>Bidens bipinnata</i> | I | 1,18 ± 0,16 | - | 0,91 ± 0,20 | 29 ± 3 | 0,56 |
| | II | 1,20 ± 0,17 | - | 0,82 ± 0,22 | 33 ± 6 | 0,52 |
| | III | 1,32 ± 0,22 | - | 1,05 ± 0,29 | 46 ± 6 | 0,48 |
| <i>Desmodium glabrum</i> | I | 0,50 ± 0,07 | 13,9 ± 2,8 | 0,51 ± 0,03 | - | 0,33 |
| | II | 0,57 ± 0,08 | 16,3 ± 2,5 | 0,52 ± 0,04 | - | 0,36 |
| | III | 0,58 ± 0,13 | 21,7 ± 4,8 | 0,58 ± 0,05 | - | 0,42 |
| <i>Pseudabutilon spicatum</i> | I | 0,83 ± 0,11 | 15,9 ± 4,9 | 0,56 ± 0,06 | 12 ± 2 | 0,62 |
| | II | 0,83 ± 0,17 | 25,0 ± 7,2 | 0,55 ± 0,04 | 10 ± 2 | 0,58 |
| | III | 0,91 ± 0,18 | 37,7 ± 11,9 | 0,75 ± 0,15 | 9 ± 2 | 0,66 |

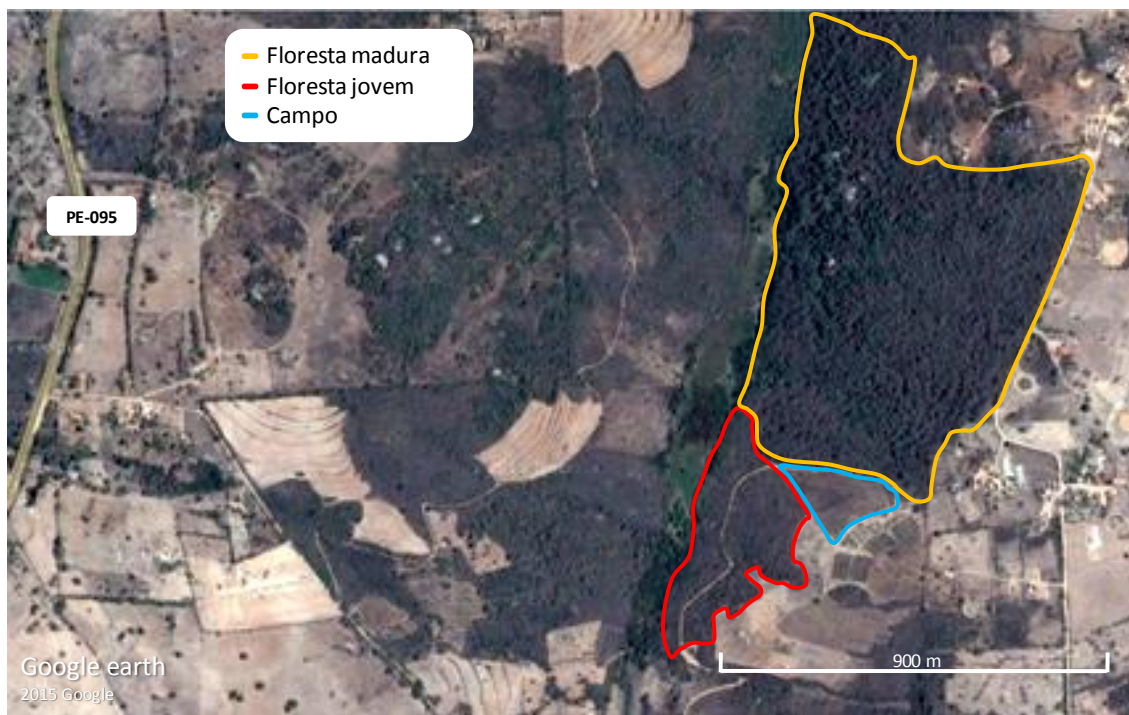


Figura 1. Mapa de três áreas de vegetação de caatinga do Instituto Agrônomo de Pernambuco ($8^{\circ} 14' S$ e $35^{\circ} 55' W$), Caruaru, PE, Brasil. (Fonte: Google Earth Pro).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre A., Dirzo R. (2008) Effects of fragmentation on pollinator abundance and fruit set of an abundant understory palm in a Mexican tropical forest. *Biological Conservation*, **141**, 375–384.

Aizen M.A., Feinsinger P. (1994) Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology*, **75**, 330–351.

Albuquerque U.P., Araújo E.L., Asfora-Eldeir A.C., Lima A.L.A., Souto A., Bezerra B.M., Ferraz E.M.N., Freire E.M.X., Sampaio E.V.S.B., Las-Casas F.M.G., Moura G.J.B., Pereira G.A., Melo J.G., Ramos M.A, Rodal M.J.N., Schiel N., Lyra-Neves R.M., Alves R.R.N., Azevedo-Junior S.M., Telino Junior W.R., Severi W. (2012) Caatinga Revisited: Ecology and Conservation of an Important. Seasonal Dry Forest. *The Scientific World Journal* **2012**:1-18.

Almeida A.L.S., Albuquerque U.P., Castro C.C. (2011) Reproductive biology of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), an endemic fructiferous species of the caatinga (dry forest), under different management conditions in northeastern Brazil. *Journal of Arid Environment*, **75**, 330–337.

Andrade W.M., Ramos M.A., Souto W.M.S., Bento-Silva J.S., Albuquerque U.P., Araújo E.L. (2015). Knowledge, uses and practices of the licuri palm (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) around protected areas in northeastern Brazil holding the endangered species Lear's Macaw (*Anodorhynchus leari*). *Tropical Conservation Science* **8**(4), 893-911.

Ayres M., Ayres J.R.M., Ayres D.L., Santos A.S. (2007) BioEstat 5.0-Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas: Sociedade Civil Mamirauá, Belém. CNPq, Brasília. 290 pp.

Baak E., Melo M.C., Rieseberg L.H., Ortiz-Barrientos D. (2015) The origins of reproductive isolation in plants. *New Phytologist*, **207**, 968–984.

Barrios B., Arellano G., Koptur S. (2011) The effects of fire and fragmentation on occurrence and flowering of a rare perennial plant. *Plant Ecology* **212**: 1057-1067.

Brito S.F., Pinheiro C.L., Nogueira F.C.B., Medeiros Filho S., Matos D.M.S. (2015) Influence of light on the initial growth of invasive *Cryptostegia madagascariensis* Bojer in the Brazilian semiarid region. *Acta Scientiarum*, **37**, 385–392.

Brudvig L.A., Damschen E.I., Haddad N.M., Levey D.J., Tewksbury J.J. (2015) The influence of habitat fragmentation on multiple plant-animal interactions and plant reproduction. *Ecology*, **123**, 45–56.

Bustamante-Becerra J.A., Carvalho S., Ometto J.P. (2014) Influence of the rainfall seasonal variability in the caatinga vegetation of ne brazil by the use of time-series. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, **4**, 31–44.

Caar, D.E., Eubanks M.D. Interactions Between Insect Herbivores and Plant Mating Systems. *Annual Review of Entomology*, **59**, 185–203.

Clivati D., Cordeiro G.D., Plachno B.J., Miranda V.F.O. (2014) Reproductive biology and pollination of *Utricularia reniformis* A.St.-Hil. (Lentibulariaceae). *Plant Biology*, **16**, 677–682.

Cunningham S.A. (2001) Effects of habitat fragmentation on the reproductive ecology of four plant species in Mallee woodland. *Conservation Biology*, **14**, 758–768.

Felton A., Felton A.M., Wood J., Lindenmayer D.B. (2006) Vegetation structure, phenology, and regeneration in the natural and anthropogenic tree-fall gaps of a reduced-impact logged subtropical Bolivian forest. *Forest ecology and Management*, **235**, 186–193.

Fischer J., Lindenmayer D.B. (2007) Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, **16**, 265–280.

Fuchs E.J., Lobo J.A., Quesada M. (2003) Effects of forest fragmentation and phenology on the reproductive success and mating patterns of the tropical dry forest tree *Pachira quinata*. *Conservation Biology*, **17**, 149–157.

Furukawa, T., Fujiwara, K., Kiboi, S.K., Mutiso, P.B.C. (2011). Threshold change in forest understory vegetation as result of selective fuelwood extraction in Nairobi, Kenya. *Forest Ecology and Management*, **262**: 962–969.

Garcia L.C., Hobbs R.J., Santos F.A.M., Rodrigues R.R. (2014) Flower and Fruit Availability along a Forest Restoration Gradient. *Biotropica*, **46**, 114–123.

Geib J.C., Strange J.P., Galen C. (2015) Bumble bee nest abundance, foraging distance, and host-plant reproduction: implications for management and conservation. *Ecological Applications*, **25**, 768–778.

Girão L.C., Lopes A.V., Tabarelli M., Bruna E.M. (2007) Changes in Tree Reproductive Traits Reduce Functional Diversity in a Fragmented Atlantic Forest Landscape. *Plos One*, **9**, 1–12.

Gutiérrez H.F., Pensiero J.F., Zabala J.M. (2015) Effect of population combinations on the reproductive success and germination of seeds of *Bromus auleticus* (Poaceae). *Grass and Forage Science*, **70**, 176–184.

Hintz, W.D., Garvey, J.E. (2012). Considering a species-loss domino-effect before endangered species legislation and protected area implementation. *Biodiversity and Conservation*, **21**:2017-2027.

Joubert D.F., Smit G.N., Hoffman M.T. (2013) The influence of rainfall, competition and predation on seed production, germination and establishment of an encroaching *Acacia* in an arid Namibian savanna. *Journal of Arid Environments*, **91**, 7–13.

Köppen W. (1948) *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Económica. 466 p.

Lázaro A, Lundgren R, Totland O (2015) Pollen limitation, species' floral traits and pollinator visitation: different relationships in contrasting communities. *Oikos* **124**: 174-186.

Leja M., Chi K., Molano-Flores B. (2015) Presence and Intensity of Predispersal Seed Predation in a Rare Plant in Response to Habitat Quality and Population Metrics. *Natural Areas Journal*, **35**, 542–549.

Lima A.L.A., Sampaio E.V.S.B., Castro C.C., Rodal M.J.N., Antonino A.C.D., Melo A.L. (2012) Do the phenology and functional stem attributes of woody species allow for the identification of functional groups in the semiarid region of Brazil? *Trees*, **26**, 1605–1616.

Lopes C.G.R., Ferraz E.M.N., Castro C.C., Lima E.N., Santos J.M.F.F., Santos D.M., Araújo E.L. (2012) Forest succession and distance from preserved patches in the Brazilian semiarid region. *Forest Ecology and Management*, **271**, 115–123.

Maués M.M., Oliveira P.E.A.M. (2010) Consequências da fragmentação do habitat na ecologia reprodutiva de espécies arbóreas em florestas tropicais, com ênfase na Amazônia. *Oecologia Australis*, **14**, 238–250.

Meekers T., Honnay O. (2011) Effects of habitat fragmentation on the reproductive success of the nectar-producing orchid *Gymnadenia conopsea* and the nectarless *Orchis mascula*. *Plant Ecology*, **212**, 1791–1801.

Mendes L.B., Silva K.A., Santos, D.M., Santos, J.M.F.F., Albuquerque, U.P., Araújo, E.L. (2015) What happens to the soil seed bank 17 years after clear cutting of vegetations? *Revista Biología Tropical*, **63**, 321-332.

Neal J.M., Hardner C.M., Gross C.L. (2010) Population demography and fecundity do not decline with habitat fragmentation in the rainforest tree *Macadamia integrifolia* (Proteaceae). *Biological Conservation*, **143**, 2591-2600.

Newman B.J., Ladd P., Brundrett M., Dixon K.W. (2013) Effects of habitat fragmentation on plant reproductive success and population viability at the landscape and habitat scale. *Biological Conservation*, **159**, 16–23.

Ollerton J., Erenler H., Edwards M., Crockett R. Extinctions of aculeate pollinators in Britain and the role of large-scale agricultural changes. *Science*, **346**, 1360–1362.

Pesci R. (2004) Um novo humanismo e planejamento ambiental. In: Menegat R., Almeida G. (Eds), *Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades: estratégias a partir de Porto Alegre*. Editora da UFRGS, Porto Alegre.

Phillips R.D., Steinmeyer F., Menz M.H.M. (2014) Changes in the composition and behaviour of a pollinator guild with plant population size and the consequences for plant fecundity. *Functional Ecology*, **28**, 846–856.

Pollato L.P., Chaud-Netto J., Alves-Junior V.V. (2014) Influence of Abiotic Factors and Floral Resource Availability on Daily Foraging Activity of Bees. *Journal of Insect Behavior*, **27**, 593–612.

Rech A.R., Agostini K., Oliveira P.E., Machado, I.C. (2014) *Biologia da polinização*. Rio de Janeiro, Projeto Cultural. 527p.

Rodríguez-Oseguera A.G., Casas A., Herrerías-Diego Y., Pérez-Negrón E. (2013) Effect of habitat disturbance on pollination biology of the columnar cactus *Stenocereus quevedonis* at landscape-level in central Mexico. *Plant Biology*, **15**, 573–582.

Ruffato D.M., Zaya D.N., Molano-Flores B. (2015) Reproductive Success of the Gynodioecious *Lobelia spicata* Lam. (Campanulaceae): Female Frequency, Population Demographics, and Latitudinal Patterns. *International Journal of Plant Sciences*, **176**, 120–130.

Santos J.M., Santos D.M., Lopes C.G., Silva K.A., Sampaio E.V.S.B., Araújo E.L. (2013) Natural regeneration of the herbaceous community in a semiarid region in Northeastern Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, **185**, 1–16.

Scrok G.J., Varassin I.G. (2011) Reproductive biology and pollination of *Aechmea distichantha* Lem. (Bromeliaceae). *Acta Botanica Brasilica* **25**: 571-576.

Silva K.A., Santos D.M., Santos J.M.F.F., Albuquerque P.A., Ferraz E.M.N., Araújo, E.L. Spatio-temporal variation in a seed bank of a semi-arid region in northeastern Brazil. *Acta Oecologica*, 46, 25–32, 2013.

Soares L.A.S.S., Faria D., Vélez-García F., Vieira E.M., Talora D.C., Cazetta E. Implications of Habitat Loss on Seed Predation and Early Recruitment of a Keystone Palm in Anthropogenic Landscapes in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Plos One*, **10**, e0133540.

Souza J.T., Ferraz E.M.N., Albuquerque U.P., Araújo E.L. (2014) Does proximity to a mature forest contribute to the seed rain and recovery of an abandoned agriculture area in a semiarid climate? *Plant Biology*, **16**, 748–756.

Valenta K. et al. (2015) Seed Banks in Savanna, Forest Fragments, and Continuous Forest Edges Differ in a Tropical Dry Forest in Madagascar. *Biotropica*, **47**, 435–440.

Van der Niet T., Peakall R., Johnson S.D. (2014) Pollinator-driven ecological speciation in plants: new evidence and future perspectives. *Annals of Botany*, **113**, 199–212.

Vicent B.J., Barrett S., Cochrane A., Plummer J.A., Renton M. (2015) Conservation biology of two endemic *Beyeria* species (Euphorbiaceae) from southern Western Australia. *Australian Journal of Botany*, **63**, 484–496.

Wiens D., Calvin C.L., Wilson C.A., Davern C.I., Frank D., Seavey S.R. (1987) Reproductive success, spontaneous embryo abortion, and genetic load in flowering plants. *Oecologia*, **71**, 501–509.

Wessels K.J., Mathieu R., Erasmus B.F.N., Asner G.P., Smit I.P.J., Van Aardt J.A.N., Main R., Fisher J., Marais W., Kennedy-Bowdoin T., Knapp D.E., Emerson R. e Jacobson J. (2011) Impact of communal land use and conservation on woody vegetation

structure in the Lowveld savannas of South Africa. *Forest Ecology and Management* **261**:19-29.

Yasaka M., Terazawa K., Koyama H.K. (2003) H Masting behavior of *Fagus crenata* in northern Japan: spatial synchrony and pre-dispersal seed predation. *Forest Ecology and Management*, **184**, 277–284.

Zambrano J., Coates R., Howe H. Seed predation in a human-modified tropical landscape. *Journal of Tropical Ecology*, **31**, 379–383.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho comparou a fenologia e os atributos reprodutivos de herbáceas entre florestas com diferentes idades e verificou que as espécies avaliadas apresentam características semelhantes entre essas áreas, apresentando pouca influência da idade das florestas. Contudo, em relação à fenologia, intensidade é a melhor forma para se comparar áreas com idades diferentes, uma vez que algumas variações foram encontradas nessa forma de avaliação fenológica para algumas espécies. Quanto aos atributos reprodutivos, as maiores diferenças foram encontradas na área mais jovem (5 anos), principalmente na morfometria, indicando que este atributo pode ser utilizado para avaliar áreas em regeneração natural.

O estudo com herbáceas ainda apresenta várias lacunas para conhecimento científico, sobretudo aquelas ligadas ao processo de regeneração natural. Este trabalho contribuiu com informações acerca desse estrato da vegetação e do processo de regeneração natural em floresta seca no Brasil, a qual está cada vez mais impactada.

ANEXOS

Normas para publicação na revista *Journal of Plant Ecology*

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

[General](#)
[Submission](#)
[Revised](#)
[Guidelines for Presentation](#)
[Abbreviations](#)
[Scientific names](#)
[Chemical and Molecular Biology Nomenclature](#)
[Units of Measurement](#)
[Sequence Data](#)
[Equations](#)
[Tables](#)
[Figures](#)
[Supplementary Material for Online-only Publication](#)
[Literature Citation](#)
[Permission to Reproduce Figures](#)
[Proofs](#)
[Page Charges](#)
[Offprints and Unique URL](#)
[Licence to Publish](#)
[Author Self-Archiving/Public Access Policy](#)
[Conflict of Interest](#)
[Open Access Option](#)
[Funding](#)

GENERAL INFORMATION

Journal of Plant Ecology (JPE) is a peer-reviewed international journal of plant ecology, which serves as an important medium for Chinese and international ecologists to present research findings and discuss challenging issues in the broad field of plant ecology. Research and review articles published in JPE will be of interest to all types of plant ecologists. JPE includes special issues/features focusing on the frontiers in plant ecology with invited reviews written by the leading ecologists in the field.

SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

Manuscripts should be submitted via the [web-based submission system](#).

Suggesting reviewers

Please also include the names of 3–5 individuals that are qualified to review your manuscript. Indicate the name, institution and email address of each individual. We

will try to have at least one reviewer from the set that you have requested. You may also request a member of the [editorial team](#) that you think is best suited to handle your manuscript.

Cover Letters

All authors must include a cover letter when submitting a manuscript to JPE. Cover letters should include the following sections:

- 1) Title, names of authors, and numbers of tables, figures and pages in the main text, and supplementary materials;
- 2) The importance and novelty of the research findings in the study;
- 3) Authors need to promise that manuscripts submitted to JPE are considered on the understanding that they have not been published elsewhere, nor are under consideration for publication;
- 4) In addition, agreement for submission and email address from all the authors are needed.

A sample cover letter can be found [here](#).

Language Editing

Particularly if English is not your first language, before submitting your manuscript you may wish to have it edited for language. This is not a mandatory step, but may help to ensure that the academic content of your paper is fully understood by journal editors and reviewers. Language editing does not guarantee that your manuscript will be accepted for publication. If you would like information about such services please go to http://www.oxfordjournals.org/for_authors/language_services.html. There are other specialist language editing companies that offer similar services and you can also use any of these. Authors are liable for all costs associated with such services.

REVISED MANUSCRIPTS

Revised manuscripts should be returned via the [online submission system](#) within two months of the date from when the invitation was sent; revised manuscripts received after this time will be considered as new submissions. Revised manuscripts should be accompanied by a detailed response letter on how all the concerns of the editor and referees have been addressed. Please give the exact page number(s), paragraphs(s) and line number(s) where each revision was made. Please copy this letter in 'Response to reviews' during submission.

Format: Original source files are required to avoid delays if the manuscript is accepted. The main text must be provided as Microsoft Word. References, Figure Legends and Tables should be included in the Word file.

Figures should be provided as .TIFF files. The minimum resolution for the figures is 300 dpi for tone or colour, 1200 dpi for line art at approximately the correct size for publication. Colour figures should be CMYK (Cyan-Magenta-Yellow-Black).

GUIDELINES FOR PRESENTATION

Manuscripts should be typewritten using size 12 Times New Roman on one side only of A4 size, aligned left and double-spaced with margins of at least 3 cm. All pages should be numbered sequentially. Each line of the text should also be numbered consecutively. Manuscripts should be written in clear, concise and scientific language, nomenclature and standard international units should be used.

The first page should contain the title (not exceeding 100 characters), the name(s) of the author(s), the name(s) and address(es) of the institution(s) where the work was carried out, followed by the contact details of the author to whom correspondence should be sent (address, telephone, fax, and e-mail). Any acknowledgements or any footnotes referring to the title, including sources of financial support (for Chinese authors), should be inserted into the Acknowledgements section, which precedes the References. Authors should also supply a running title which will appear at the top of the page, this should not exceed 50 characters, including spaces.

Each paper must begin with a structured abstract of no more than 450 words, including three parts: *Aims*, *Methods* and *Important Findings* (reviews and forums should omit *Methods*). *Aims* should briefly state the context and primary objectives of the study. *Methods* should concisely state the location (for field studies) and major techniques and procedures used in the study. *Important Findings* should take up no more than half of the abstract and summarize only the most important results and their significance. Three to five *Key Words* should be supplied after the abstract for indexing purposes.

The body of the text should be subdivided into the following main headings:

- (a) Introduction should be concise and define the scope of the work in relation to other work done in the same field.
- (b) Materials and methods should be brief but informative enough for reproduction of the work; when methods published in standard journals are followed without any modification, a reference to the work should be listed.
- (c) Results and Discussion should be presented with clarity and precision.
- (d) Acknowledgements
- (e) References

There are facilities for publishing data on the Internet (e.g. appendices, additional tables, graphics and other material useful for enhancing the understanding of the manuscript) as supplementary data, which would not be subject to these length constraints (see also below).

ABBREVIATIONS

Standard chemical symbols may be used in the text where desirable in the interests of conciseness. For long chemical names and other cumbersome terms, widely accepted abbreviations may be used in the text (e.g. ATP, DNA); the list of standard abbreviations published by *The Biochemical Journal* (<http://www.biochemj.org/bj/bji2a.htm>) is an acceptable guide. Abbreviations for the names of less common compounds may be used, but the full term should be given on first mention. It is confusing and unnecessary to use abbreviations for common English words (e.g. L for light).

SCIENTIFIC NAMES

The complete scientific name (genus, species, and authority, and cultivar where appropriate) must be cited for every organism at the first mention. The generic name may be abbreviated to the initial thereafter except where intervening references to other genera with the same initial could cause confusion. If vernacular names are employed, they must be accompanied by the correct scientific name on first use.

CHEMICAL AND MOLECULAR BIOLOGY NOMENCLATURE

Follow *Chemical Abstracts* and its indexes for chemical names. The IUPAC and IUBMB recommendations on chemical, biochemical, and molecular biology nomenclature should be followed (see <http://www.chem.qmw.ac.uk/iupac> and <http://www.chem.qmw.ac.uk/iubmb>).

UNITS OF MEASUREMENT

The metric system is adopted as standard. The system of units known as 'SI' should be used. If non-standard abbreviations must be used they should be defined in the text. Units of measurement should be spelled out except when preceded by a numeral, when they should be abbreviated in the standard form: g, mg, cm³, etc. and not followed by full stops. Use negative exponents to indicate units in the denominator (i.e. mmol m⁻² s⁻¹).

Numbers up to ten should be spelled out in the text except when referring to measurements. Numbers higher than ten are to be represented as numerals except at the beginning of a sentence. Fractions are to be expressed as decimals.

Dates should be cited thus: 7 June 2001 and the 24 hour clock should be used.

SEQUENCE DATA

Deposition of amino acid sequences of proteins or nucleotide sequences is required before publication, and the database accession number must be given in the text of the manuscript. Microarray Gene Expression Data should comply with the minimum information about microarray experiments standard (MIAME; see www.mged.org/miame for more information.)

EQUATIONS

If equations require more than one level of subscript or superscript, please use either 'Microsoft Equation Editor' or 'Math Type'. If anything else is used, the equation has to be re-typed which makes it vulnerable to errors.

TABLES

Tables should be on a separate page, and should be numbered in Arabic numerals with an appropriate legend at the head. They should be included in the text file (either in the .PDF file for first submissions or in the Word file for accepted manuscripts).

FIGURES

Figures should be self-explanatory and contain as much information as is consistent with clarity. All figures must carry the figure number in Arabic numerals. Citation in the text should take the form Fig. 1a etc. The minimum resolution for the figures is 300 dpi (dots per inch) for tone or colour, 1200 dpi for line art at approximately the correct size for publication. Colour figures should be CMYK (Cyan-Magenta-Yellow-Black).

Line drawings should be clear: faint shading or stippling will be lost upon reproduction and should be avoided and heavy shading or stippling may appear black. Lines and symbols should be drawn boldly enough to stand reduction to the desired size. For graphs where reduction to one-half in linear dimensions is intended, a suitable thickness for the axis would be 0.3 mm and for the other lines 0.4 or 1.0 mm depending on the complexity of the graph.

The preferred symbols are closed circle, open circle, closed square, open square, closed triangle, and open triangle and should be no smaller than 2 mm (height/diameter) for reduction to one-half. The symbols x and + should be avoided.

Photographs not supplied electronically, must be of high quality, printed on glossy paper and mounted neatly on a thin white card base, leaving a narrow gap between each print. Irregular and asymmetrically distributed groups of photographs will not be accepted. Individual figures should be lettered, a, b, c, etc. on the photograph using a lettering set. Other lettering, arrows, etc. may be put on the photograph by the author; otherwise they should be indicated in the exact position required on a transparent or translucent self-locating overlay. On no account should any marks be made on the photograph itself.

Colour figures: If the manuscript is accepted for publication, authors will be asked to cover the cost of reproduction, which is US \$200 per figure. Colour plates should be combined to make a single composite figure whenever possible. A scale should be included; otherwise the scale of the original should be stated in the legends so that the final scale can be calculated.

Legends A separate typewritten, double-spaced list of legends of *all* figures must be supplied and included in the text file. Each legend should contain sufficient explanation to be meaningful without cross-referencing. A scale of the original should be included in the legend unless already indicated in the picture. A description of the symbols used in the figures should be written out in full. (Please do not include the character symbol in the legend.)

Please be aware that figure legends may be used by search engines for figure searches.

Cover illustrations will be taken from, or be associated with, an article that appears in the journal, where possible. Authors wishing to submit a potential cover illustration should indicate it at the time of submission. The potential cover illustration figures must be supplied in electronic format as .TIFF, and resolution must be above 300 dpi at publication size. Please supply a short concise caption to appear inside the journal.

For useful information on preparing your figures for publication, go to <http://cpc.cadmus.com/da>. Please note that all labels used in figures should be in lower case in both the figure and the legend. The journal reserves the right to reduce the size of illustrative material. All micrographs must carry a magnification bar.

Particularly if English is not your first language, before submitting your manuscript you may wish to have it edited for language. This is not a mandatory step, but may help to ensure that the academic content of your paper is fully understood by journal editors and reviewers. Language editing does not guarantee that your manuscript will be accepted for publication. If you would like information about such services please go to http://www.oxfordjournals.org/for_authors/language_services.html. There are other specialist language editing companies that offer similar services and you can also use any of these. Authors are liable for all costs associated with such services.

SUPPLEMENTARY MATERIAL FOR ONLINE-ONLY PUBLICATION

Supplementary data may be submitted for online only publication if it adds value for potential readers. However, it must not contain material critical to the understanding of the manuscript. The hard copy of the manuscript should stand alone, but it should be indicated at an appropriate point in the text that supplementary material is available on-line. In addition, the availability of supplementary material should also be indicated in the manuscript by a section heading 'Supplementary Data' with a brief description of these data to appear before the Acknowledgements and References. Please name your supplementary material and cite it within the manuscript as Figure S1, Table S1, Video S1, etc, and provide a detailed legend.

Electronic files of supplementary material are preferable as one complete .PDF file. If

images are supplied as .GIFs or .JPEGs, the minimum acceptable resolution for viewing on screen is 120 dpi.

Videos: The preferred formats for video clips are .MOV, .MPG, .AVI, and animated .GIF files. Authors are advised to use a readily available program to create movies so that they can be viewed easily with e.g., Windows Media Player or QuickTime.

Authors should carefully check the supplementary data as this information is not professionally copy edited or proofread.

LITERATURE CITATION

Citations in the text should have the authors immediately followed by the date to facilitate the electronic linkages which are available on-line, for example: (Shen and Ma 2001) or Shen and Ma (2001). If several papers by the same author in the same year are cited, they should be lettered in sequence (2000a, b), etc. When papers are by more than two authors they should be cited thus: (Shen *et al.* 2001).

In the list, references must be placed in alphabetical order without serial numbering.

The following standard form of citation should be used, including the title of each paper or book:

Jiang Q, Gresshoff PM (1993) Lotus japonicus---a model plant for structure--function analysis in nodulation and nitrogen fixation. In Gresshoff PM (ed) *Current topics of plant molecular biology*, Vol.II, Boca Raton, FL: CRC Press, 97-110.

N'tchobo H (1998) Sucrose unloading in tomato fruits. II. Subcellular distribution of acid invertase and possible roles in sucrose turnover and hexose storage in tomato fruit. *PhD thesis*, Laval University, Canada.

Richard C, Granier D, Inzé D, De Veylder L (2003) Analysis of cell division parameters and cell cycle gene expression during the cultivation of *Arabidopsis thaliana* cell suspensions. *Journal of Experimental Botany* **52**:1625-1633.

Only papers published or in press should be cited in the literature list. Unpublished results, including submitted manuscripts and those in preparation, should be cited as unpublished in the text. Journal titles should be abbreviated where known.

Citation of articles from e-journals and journal articles published ahead of print should have the author names, year, title, journal title followed by the assigned digital object identifier (DOI) or the appropriate URL:

Parry MAJ, Andralojc PJ, Mitchell RAC, Madgwick PJ, Keys AJ. (March 14, 2003) Manipulation of Rubisco: the amount, activity, function and regulation. *Journal of Experimental Botany* 10.1093/jxb/erg141.

Citation of the paper after print publication should be:

Parry MAJ, Andralojc PJ, Mitchell RAC, Madgwick PJ, Keys AJ (2003). Manipulation of Rubisco: the amount, activity, function and regulation. *Journal of Experimental Botany* **54**:1321-1333.

Citation of other URL addresses (unless in reference to an e-journal) may be made in the text but should not be included in the reference list.

The list of literature must be typed double-spaced throughout and checked thoroughly before submission. If the list is not in the correct form it will be returned to the author for amendment and publication of the paper may be delayed.

PERMISSION TO REPRODUCE FIGURES

Please note that if your manuscript includes any data in tables or figure(s) modified or re-drawn from another publication, you will need permission from the original publisher to reproduce it before your manuscript can be published. This includes figures adapted in any way from other publications. Permission to reproduce figures or data from other publications must be sought by authors at the time of acceptance. Please note that obtaining copyright permission could take some time. A copy of the permission document should be sent to the Production Editor, Journal of Plant Ecology, Oxford University Press, Great Clarendon Street, Oxford OX2 6DP. Email: [JPE production office](mailto:JPE_production_office)

To seek copyright permission please contact the copyright permission department of the relevant journal/publisher.

PROOFS

Proofs will be sent electronically to the corresponding author as a .PDF file. The author should reply to the proof email with their corrections, and should send either a list of corrections in the email or attach an annotated PDF. Corrections should be limited to typographical errors and corrections should be returned within three days of receipt; otherwise the Editor reserves the right to correct the proofs and to send the material for publication. This is essential if all the material in a given issue is not to be delayed by the late receipt of one corrected proof.

PAGE CHARGES

Manuscripts that are more than ten pages in length when typeset will incur a charge of **£100/\$160/€130** per extra page after the tenth page. The first ten pages are free of charge.

OFFPRINTS AND UNIQUE URL

On publication of an article, the corresponding author will receive a unique URL that gives access to both PDF and HTML versions of the paper. The URL links visitors to the JPE site and the complete version of the paper online with all functionality retained is accessible regardless of subscription status.

Offprints may be purchased if required. Late orders submitted after the journal has gone to press are subject to a 100% surcharge (to cover the additional printing cost). Orders from the UK will be subject to the current UK VAT charge. For orders from elsewhere in the EU you or your institution should account for VAT by way of a reverse charge. Please provide us with your or your institution's VAT number.

LICENCE TO PUBLISH

It is a condition of publication in the journal that authors grant an exclusive licence to the Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences (IBCAS) and the Botanical Society of China (BSC). This ensures that requests from third parties to reproduce articles are handled efficiently and consistently and will also allow the article to be as widely disseminated as possible. In assigning the licence, authors may use their own material in other publications provided that the journal is acknowledged as the original place of publication, and Oxford University Press, on behalf of the Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences (IBCAS) and the Botanical Society of China (BSC), is notified in writing and in advance.

Upon receipt of accepted manuscripts at Oxford Journals authors will be invited to complete an online copyright licence to publish form.

Please note that by submitting an article for publication you confirm that you are the corresponding/submitting author and that Oxford University Press ("OUP") may retain your email address for the purpose of communicating with you about the article. You agree to notify OUP immediately if your details change. If your article is accepted for publication OUP will contact you using the email address you have used in the registration process. Please note that OUP does not retain copies of rejected articles.

Oxford Open articles are published under Creative Commons licences. Authors publishing in Journal of Plant Ecology can use the following Creative Commons licences for their articles:

- Creative Commons Attribution licence (CC-BY)
- Creative Commons Non-Commercial licence (CC-BY-NC)
- Creative Commons non-Commercial No Derivatives licence (CC-BY-NC-ND)

Please click [here](#) for more information about the Creative Commons licences.

AUTHOR SELF-ARCHIVING/PUBLIC ACCESS POLICY

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

CONFLICT OF INTEREST

Journal policy also requires that all authors sign a conflict of interest statement. If the manuscript is published, such information may be communicated in a note following the text and reference.

OPEN ACCESS OPTION FOR AUTHORS

Journal of Plant Ecology authors have the option to publish their paper under the [Oxford Open initiative](#); whereby, for a charge, their paper will be made freely available online immediately upon publication. After your manuscript is accepted the corresponding author will be required to accept a mandatory licence to publish agreement. As part of the licensing process you will be asked to indicate whether or not you wish to pay for open access. If you do not select the open access option, your paper will be published with standard subscription-based access and you will not be charged.

You can pay Open Access charges using our Author Services site. This will enable you to pay online with a credit/debit card, or request an invoice by email or post. Open access charges for *Journal of Plant Ecology* are £1000/ \$1600 / €1300; discounted rates are available for authors based in some developing countries ([click here](#) for a list of qualifying countries). Please note that these charges are in addition to any colour charges that may apply.

Orders from the UK will be subject to the current UK VAT charge. For orders from the rest of the European Union, OUP will assume that the service is provided for business purposes. Please provide a VAT number for yourself or your institution and ensure you account for your own local VAT correctly.

FUNDING

The following rules should be followed:

The sentence should begin: 'This work was supported by ...'

The full official funding agency name should be given, i.e. 'the National Cancer Institute at the National Institutes of Health' or simply 'National Institutes of Health' not 'NCI' (one of the 27 subinstitutions) or 'NCI at NIH' - see [the full RIN-approved list of UK funding agencies](#) for details

Grant numbers should be complete and accurate and provided in brackets as follows: '[grant number ABX CDXXXXXX]'

Multiple grant numbers should be separated by a comma as follows: '[grant numbers ABX CDXXXXXX, EFX GHXXXXXX]'

Agencies should be separated by a semi-colon (plus 'and' before the last funding agency)

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

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

Oxford Journals will deposit all NIH-funded articles in PubMed Central. See [Depositing articles in repositories – information for authors](#) for details. Authors must ensure that manuscripts are clearly indicated as NIH-funded using the guidelines above.

Impact factor: 2.646

5-Yr impact factor: 2.850

Editors-in-Chief

Yao Huang

Bernhard Schmid

Online ISSN 1752-993X - Print ISSN 1752-9921

Normas para publicação na revista *Plant Biology*

Author Guidelines

Downloads: [Page Charge Form](#).

Supporting Information: Authors are encouraged to provide additional materials as Supporting Information that will be accessible online. Please identify the Supporting Information as such and include appropriate figure and table captions at the end of the manuscript.

Editorial Policy

Plant Biology publishes research results from all fields of plant science. Manuscripts must be of general interest, not only addressed to a specialized readership. The journal encourages publications with an interdisciplinary approach.

Plant Biology accepts

1. Problem-oriented original research papers (maximum 9000 words)
2. Problem-oriented short research papers (maximum five typeset pages)
3. Concise review articles
4. Acute views, i.e., comments on actual problems and provocative opinion articles.

Purely descriptive papers will not be accepted. The Editors welcome contributions from all over the world.

Effective with the 2015 volume, this journal will be published in an online-only format. Print subscription and single issue sales are available from Wiley's Print-on-Demand Partner. To order online click through to the ordering portal from the journal's subscribe and renew page on Wiley Online Library.

Submission of Manuscripts

Please submit your manuscript online at [ScholarOne Manuscripts](#).

To submit a manuscript through ScholarOne Manuscripts, please follow these instructions:

1. If you do not yet have an account, go to <http://mc.manuscriptcentral.com/plabio> and click on 'Create Account'. You will then be sent a password by e-mail. If you already have an account, enter your user ID and password and click on 'Log In'. (Note: if necessary you can change

your password under 'Edit My Account'.)

2. On the welcome page, click on 'Corresponding Author Center'.

3. You then reach the 'Author Center Dashboard', click on the star icon for manuscript submission.

4. Follow the steps 1-7 until manuscript submission is completed. The main document including title, abstract, key words (MS Word file), tables (MS Word files) and figures (*.eps, *.tif or *.jpg files) are loaded onto the system as individual files. The text should be written double spaced and with line numbering. (Note: you may also interrupt the online submission and continue at a later time.) Authors are encouraged to provide additional information as Supporting Information that will be accessible online.

5. **Fast-Track Publication:** *Plant Biology* offers special handling of manuscripts that have been rejected from very high-level journals. Authors are encouraged to enclose the original manuscript, the reviews plus the comments from the editor, and the revised manuscript of previously reviewed manuscripts to expedite their handling as your manuscript may be accepted based on the previous reviews. Please also include a letter with a point by point response to the concerns raised by the reviewer(s). You will receive a final decision from the Managing Editor within a few days of submitting manuscripts with reviews.

6. Authors should address the following points in their cover letter. 1. What are the aims and hypothesis of their paper?; 2. What new achievements or innovations do they present?; 3. What is the general significance of their paper and why is it timely?

7. Submission of your manuscript will be confirmed by an e-mail that will give you the 'Manuscript ID Number'. Please refer to this number in all correspondence with the editorial office. With your submission, you guarantee that all co-authors agree with the submission of the manuscript.

Should you encounter difficulties submitting a manuscript to ScholarOne Manuscripts, please contact the editorial office by e-mail at annette.schlierenkamp@ctp.uni-freiburg.de or by telephone ++49(0)761/203-8300. Help is also available on the introductory page of ScholarOne Manuscripts in the form of an 'Online User's Guide'. To access the guide, click on 'Get Help Now' in the top right-hand corner.

Online production tracking is now available for your article through Wiley-Blackwell's Author Services

Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript.

Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

Conditions for Publication

Research papers may be submitted that have not been published previously, even as a summary. Concise presentation is required. Although the non-specialist reader should be kept in mind when abstracts, introductions and discussions are written, lengthy review type introductions and speculative discussions should be avoided. Experimental methods should be explained in detail except for standard procedures. Diffuse and repetitive style should be avoided. Illustrations and tables should be limited to the truly essential material. *Plant Biology* preferentially publishes **short research papers** (five typeset pages maximum) that will be reviewed with high priority.

Concise review articles that synthesize the state of the art in an original way are highly desirable for this journal.

Acute views contributions should contain brief comments on an actual problem (2-3 typeset pages).

CrossCheck for plagiarism: All submissions will be run through CrossCheck to identify any plagiarism. If an author is found to have plagiarized all or parts of his or work, the author's institute will be notified of the breach of scientific conduct.

New: Pre-submission English-language editing

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscripts professionally edited before submission to improve the English. A list of independent suppliers of editing services can be found at http://authorservices.wiley.com/bauthor/english_language.asp. All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

Length of Papers

Papers should not exceed 8 printed pages or 9,000 words. One typeset page in the journal (without figures and tables, with about 3 subheads and paragraphs) usually contains roughly 6200 characters. The number of figures plus tables should not exceed 9. Appendices will be published as Supporting Information rather than in the main text.

References: About 40 to 50 references usually fill one printed page.

Page Charges: Original research papers longer than the guidelines given above when in proof are subject to a page charge at a rate of €125 per page above the 8-page limit (first 8 pages are free of charge). An invoice will be sent to authors for these charges upon publication of their article in an issue. Invited and review articles are excluded from this rule.

Arrangement

Research papers

Title page: The first page of each paper should indicate: The title, the authors' names and affiliations, a short title for use as running head, the name, address, e-mail address, phone and fax number of the corresponding author, and 3 to 7 keywords.

Abbreviation: List with abbreviations where appropriate.

Abstract: The abstract must be usable as a stand-alone document and must not exceed 250 words. For all papers submitted from 2016 onwards, a structured abstract is required using four bullet points to indicate (1) the research conducted including its rationale, (2) central methods applied, (3) key results, and (4) main conclusions including key points of discussion. It should not contain citations of other papers. For reviews, bullet points do not apply.

The following sections cover the usual contents: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References (see below), Tables (see below), Figure legends (see below), Illustrations (see below). In Materials and Methods, Results and Discussion subheadings are possible. If an author chooses to combine sections Results and Discussion, an additional section Conclusions can be added, but this must be brief.

Concise review articles

Choose subheadings as appropriate but do not use a numbering system. Title page, Key words, Abstract and other items as for full length papers.

Tables

Tables must be serially numbered in Arabic numerals and each must carry a brief descriptive heading. Tables reproduced from other publications must state their precise source. Only signs that can be typeset should be used in the tables and legends. Please provide Tables in Word and include them at the end of the manuscript after the References, each on a separate page. Refrain from using both tables and graphs to demonstrate the same results.

Figures and Graphics

Electronic artwork

It is essential that all artwork is provided in electronic format. Please save vector

graphics (e.g. line artwork) in Encapsulated Post-script (EPS) format and bitmap files (e.g. half-tones) in Tagged Image Format (TIFF). Detailed information on our digital illustration standards is available at <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>.

Please do not embed any tables and/or figures in the text document.

If you should encounter difficulties upon submitting figures and graphics, please contact the editorial office by e-mail under annette.schlierenkamp@ctp.uni-freiburg.de or by telephone under ++ 49/(0)761/203-8300.

References

The list of references must include all (but no additional) references quoted. Arrange references alphabetically according to author name, not chronologically. The name of the journals containing the cited papers should be given in full. Town/city and country names should be provided for non-journal refs.

Each article reference should be given as in the following example:

Alfano J.R., Collmer A. (2004) Type III secretion system effector proteins: double agents in bacterial disease and plant defence. *Annual Review Phytopathology*, **42**, 385–414.

Books or other non-serial publications which are quoted in the references must be cited as follows:

Gage J.D., Tyler P.A. (1991) *Deep-sea Biology: A Natural History of Organisms at the Deep-sea Floor*. Cambridge University Press, Cambridge, UK: 504 pp.

Lester R.N., Hasan S.M.Z. (1991) Origin and domestication of the brinjal eggplant, *Solanum melongena*, from *S. incanum*, in Africa and Asia. In: Hawkes J.G., Lester R.N., Nee M., Estrada N. (Eds), *Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution*. Royal Botanic Gardens, Kew; London, UK: 369-387.

Articles not yet published may only be cited if they have definitely been accepted for publication. They must be denoted by the expression 'in press'.

We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference management and formatting.

Units

Plant Biology will follow the system of SI units (Systeme International d'Unites). Within a given paper chosen units must be uniform.

Abbreviation

Note that common abbreviations can be used without explanation. Others must be explained. In case of doubt always give an explanation. Use FW = fresh weight and DW = dry weight.

Scientific Names

Scientific names should be cited in their complete form when first mentioned with genus - species - authority - cultivar (cv.) or subspecies (ssp.) where appropriate. Latin names should be underlined or typed in *italics*. Subsequently the generic names should be abbreviated, but avoid confusion: e.g. use *A. comosus* if the only genus with a first letter A in your paper is *Ananas*; but use unambiguous abbreviations if you have more than one genus with the same first letter, e.g. *Ananas comosus*, *Aechmea nudicaulis* = *A. comosus*, *Ae. nudicaulis*, etc. Common names of organisms must be accompanied by the correct scientific name when first mentioned. For rare or exotic genera it may be useful to give the name of the family and/or higher taxon in brackets when first mentioned.

Copyright

Authors will be required to assign copyright of their paper to the German Botanical Society, Royal Botanical Society of the Netherlands and Blackwell Publishing. Copyright assignment is a condition of publication and papers will not be passed to the publisher for production unless copyright has been assigned. (Papers subject to government or Crown copyright should tick relevant box on the form). The publishers will not refuse any reasonable request by authors for permission to reproduce their contributions to the journal.

Reprints

A PDF offprint of the online published article will be provided free of charge to the corresponding author, and may be distributed subject to the Publisher's terms and conditions. The corresponding author will be asked to provide up to seven email addresses for early distribution of a PDF offprint by the publisher. Paper offprints of the printed published article may be purchased if ordered via the method stipulated on the instructions that will accompany the proofs. Printed offprints are posted to the correspondence address given for the paper unless a different address is specified when ordered. Note that it is not uncommon for the printed offprints to take up to 8 weeks to arrive after publication of the journal. For further information please contact C.O.S. Printers PTe Ltd, 9 Kian Teck Crescent, Singapore 628875; Fax: +65 6265 9074; E-mail: offprint@cosprinters.com.

Author material archive policy

Please note that unless specifically requested, the Publisher will dispose of all hardcopy or electronic material submitted 2 months after publication. If you

require the return of any material submitted, please inform the editorial office or production editor as soon as possible after the final decision about publication.

Production

You will receive a proof of your article approximately 4 weeks after acceptance. The proof will contain instructions on how to return corrections and answers to the queries listed at the end of the proof.

Last update: October 2014