



Fenologia de quatro espécies arbóreas da Caatinga no Semiárido paraibano

Phenology of four arboreal species of the Caatinga in Semiarid of Paraíba

André Japiassú¹, Kilson Pinheiro Lopes², Josimar Gomes Dantas³, Jackson Silva Nóbrega⁴

Resumo: Objetivou-se caracterizar a fenologia de quatro espécies arbóreas de ocorrência em área de caatinga na região do Semiárido paraibano. Para tanto, dez indivíduos de cada uma das espécies escolhidas: angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) – Fabaceae-Mimosoideae; aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) – Anacardiaceae; cumaru (*Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith) – Fabaceae e oiticica (*Licania rigida* Benth) – Chrysobalanaceae, foram marcados e numerados sequencialmente em uma área de caatinga situada na região de Pombal - PB. Quinzenalmente foram realizadas avaliações para a identificação das fenofases de brotamento, floração, frutificação e dispersão de diásporos ou sementes. As espécies *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva* e *Amburana cearensis* são classificadas como espécies decíduas, apresentando abscisão das folhas entre setembro e dezembro (estação seca) e a rebrota entre janeiro e agosto (estação chuvosa) na região do semiárido paraibano, enquanto a *Licania rigida* é classificada como uma espécie perene, por não apresentar o fenômeno de abscisão foliar ao longo do período de avaliação. Todas as espécies estudadas apresentam dispersão de seus diásporos ainda na estação seca. A espécie *Anadenanthera colubrina* apresenta diferentes picos nas fenofases de floração ao longo do ano, com frutificação e dispersão de sementes ocorrendo parte na estação chuvosa e parte na estação seca da região. Os padrões fenológicos das quatro espécies estudadas são distinguidos de acordo com a distribuição temporal dos eventos climáticos.

Palavras-chaves: Dispersão de sementes, Eventos climáticos, Padrões fenológicos.

Abstract: The point of this paper was supplying necessary information to future of botany and ecology studies, in which it concerns the behavior of arboreal species. For so much, ten individuals of each one of the chosen species: “angico” (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) – Fabaceae-Mimosoideae; “aroeira” (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) – Anacardiaceae; “cumaru” (*Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith) – Fabaceae e “oiticica” (*Licania rigida* Benth) – Chrysobalanaceae, were marked and numbered sequentially in an area of Caatinga located in Pombal’s region, Paraíba. Biweekly were made evaluations for the identification of the spring up phenophases, leaf formation, flowering, fructification and seeds dispersion. The *Anadenanthera colubrina*, *M. urundeuva* *Amburana carens* and are classified as deciduous species, with leaf abscission between September and December (dry season) and regrowth between January and August (rainy season) in the semiarid region of Paraíba, while the *Licania rigida* is classified as a perennial species, not to present the phenomenon of leaf abscission during the evaluation period. All species have their diaspores dispersed even in the dry season. The species *Anadenanthera colubrina* has different peaks in phenological phases of flowering throughout the year, with fruiting and seed dispersal occurring in the rainy and dry season of the region. The phenology of four species are distinguished according to the temporal distribution of weather events.

Key words: Seeds dispersion, Climatic events, Phenological patterns.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 22/08/2016; aprovado em 14/10/2016

¹Eng. Agrônomo, doutorado em agronomia PPGA/CCAUFPA, Rua José de Alencar, 263, Ap. 301, bairro Para, Campina Grande-PB, CEP: 58400-500, andrejapiassu@hotmail.com

²Eng. Doutor em agronomia, Professor Associado, UAGRA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, kilson@ccta.ufcg.edu.br

³Eng. Agrônomo, Rua Coronel João Carneiro, Centro, Pombal-PB, CEP: 58840-000, Jgomesd@hotmail.com

⁴Graduando em Agronomia e bolsista do Programa de Educação Tutorial em Agronomia, CCTA/UFCG, Pombal-PB, jacksonnobrega@hotmail.com



INTRODUÇÃO

A vegetação da Caatinga apresenta elevada diversidade de espécies, considerável nível de endemismo e ocupa a maior extensão da região Nordeste do Brasil, numa área de quase 100 milhões de hectares, cerca de 11% do território nacional, onde ocorrem limitações climáticas decorrentes de precipitações pluviométricas mal distribuídas, cujas médias ficam em torno de 500 mm de chuvas anuais, com temperaturas que oscilam entre 18 e 40 °C (TABARELLI; VICENTE, 2002; BAKKE et al., 2007; ARAÚJO et al., 2007).

As espécies vegetais da Caatinga apresentam diversas adaptações fisiológicas às condições estressantes provenientes do clima semiárido da região, sendo o estudo destes parâmetros de extrema e essencial importância para o entendimento deste ecossistema. Morellato et al. (1990) denominam de fenologia o estudo do comportamento dos episódios biológicos, vegetativos e reprodutivos das espécies vegetais, tais como brotamento e queda de folhas, formação de botões, flores e frutos e sua relação com modificações no ambiente biótico e abiótico.

Na Caatinga os padrões fenológicos predominantes são caracteristicamente marcados pela rápida renovação das copas no início da época de chuvas e a caducifolia durante parte da estação seca (BARBOSA et al., 2003; ARAÚJO; FERRAZ, 2003). A floração e a frutificação da maioria das espécies também parecem ser reguladas pelo ciclo das chuvas. No entanto, nem a paisagem e nem a fisiologia das espécies são tão uniformes quanto aparentam à primeira vista, e há espécies perenifólias e outras que florescem ou frutificam em plena época seca ou ainda de acordo com a síndrome de dispersão das espécies (MACHADO et al., 1997; BARBOSA et al., 2003; ARAÚJO, 2005). Essa diversidade deve ocorrer em quase toda a área de Caatinga, mas, possivelmente, em graus variados, em função das condições climáticas (TABARELLI et al., 2003).

Os estudos sobre a fenologia das plantas lenhosas da Caatinga são muito escassos (BARBOSA et al., 1989; PEREIRA et al., 1989; MACHADO et al., 1997; BARBOSA et al., 2003 e AMORIM et al., 2009) e trabalhos sobre tipos de frutos e síndromes de dispersão foram publicados recentemente por Griz e Machado (2001), Barbosa et al. (2003); Griz et al. (2002) e Leal et al. (2007).

Levando-se em consideração as diversas regiões do semiárido nordestino, o Estado da Paraíba destaca-se na degradação acelerada dos seus fragmentos florestais, principalmente os de áreas de Caatinga, sendo estes muito requisitados pelo homem do campo para o desenvolvimento de agricultura intensiva e semi-intensiva e extração desordenada dos recursos madeireiros, acarretando o desaparecimento de inúmeras espécies vegetais que apresentam importância econômica potencial para o semiárido.

Para o município de Pombal, situado no Sertão paraibano, não são relatados estudos sobre fenologia de espécies arbóreas da Caatinga local. A princípio é notável que as áreas de Caatinga remanescentes no município encontram-se bastante comprometidas, provavelmente, devido ao desmatamento promovido por madeireiros, agricultores e pecuaristas da região.

Diante do exposto, faz-se necessário o conhecimento dos padrões fenológicos das espécies vegetais, que apresentam potencial econômico para a região, possibilitando o entendimento de como as plantas se estabelecem neste ambiente,

visando contribuir com a preservação deste ecossistema. Nesse sentido objetivou-se caracterizar a fenologia de quatro espécies arbóreas de ocorrência em área de caatinga na região do Semiárido paraibano, fornecendo informações necessárias a estudos futuros de botânica e ecologia, no que diz respeito ao comportamento dessas espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Fazenda São João, no município de Pombal, PB, entre as coordenadas de 6°46'12" S e 37°48'7" W, a uma altitude de 184m, inserido na unidade geoambiental da depressão sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino. A região apresenta clima semiárido (AW' quente e úmido) segundo Köppen, precipitação e temperatura média anual de 431,8 mm e 28 °C, respectivamente, com período chuvoso que inicia em novembro e termina em abril. No que concerne aos solos são caracterizados como vertissolos flúvicos (EMBRAPA, 1999).

De acordo com relatos a área escolhida havia sido desmatada no ano de 1987, quando, na ocasião, a vegetação nativa deu lugar à implantação de culturas anuais como feijão, arroz e algodão, durante um período de aproximadamente quatro anos, ficando, desde então, ociosa por 18 anos. A vegetação atual tem fisionomia de Caatinga esparsa, apresentando arbustos e algumas árvores distanciadas uma das outras.

Para realização da pesquisa foram estudadas quatro espécies arbóreas pertencentes a quatro famílias que apresentam importância socioeconômica potencial de ocorrência frequente na região, a saber: angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) – Fabaceae-Mimosoideae; aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) – Anacardiaceae; cumaru (*Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith) – Fabaceae e; oiticica (*Licania rigida* Benth) – Chrysobalanaceae. Foram selecionadas por conveniência dez matrizes adultas, sadias e reprodutivas, as quais representavam bem as espécies escolhidas.

Os dados fenológicos foram obtidos através de amostra de dez indivíduos por espécie, os quais foram marcados, numerados e avaliados quinzenalmente, para identificação das fenofases de brotamento, floração, frutificação e dispersão das sementes, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.

De acordo com os dados fenológicos, buscou-se tipificar as espécies estudadas quanto ao seu hábito em: perenifólias, semidecíduas e decíduas. A estimativa da intensidade da fenofase (IF) foi expressa como uma média dos valores da proporção de indivíduos nas diferentes classes, de acordo com Bulhão e Figueiredo (2002), que empregaram a equação 1.

$$IF = \sum_{i=1}^n WiPi, N = \sum_{i=1}^n ni \text{ e } Pi = \frac{ni}{N} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

IF = intensidade da fenofase

i = classe de intervalo

Wi = proporção da copa na fenofase

Pi = proporção de indivíduos na classe i

N = número de plantas amostradas

ni = número de plantas em cada classe i

Dessa forma, foi atribuído o valor máximo (IF=1), quando todos os indivíduos amostrados da espécie apresentaram a totalidade da copa na fenofase.

Para definição do hábito, foram consideradas como perenifólias aquelas espécies em que o IF, referente à presença de folhas, foi sempre superior a 0,5 durante o período de avaliação. Como semidecíduas aquelas em que o IF atingiu, ocasionalmente, valores entre 0,3 e 0,5 e cuja maioria dos indivíduos manteve parte das folhas neste período. Como decíduas aquelas em que o IF atingiu, ocasionalmente, valores iguais ou inferiores a 0,2, sendo que a maioria dos indivíduos perdeu a totalidade das folhas nesse período.

A dispersão das sementes foi estimada indiretamente, computando-se a variação mensal de frutos maduros ou do total de frutos produzidos por planta. Durante a fase inicial da frutificação, quando o número de frutos aumentou com o tempo, sendo estimada a dispersão como a variação quinzenal do total de frutos maduros. Posteriormente, quando o número de frutos diminuiu com o tempo, foi estimada a dispersão como a variação quinzenal do total de frutos produzidos. Em ambos os casos a dispersão foi estimada considerando-se a equação 2 proposta por Bulhão e Figueiredo (2002).

$$IF_D = Ft_1 - Ft_2, \text{ desde que } Ft_1 > Ft_2 \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

IF_D = intensidade da fenofase dispersão

F = frutos maduros ou frutos totais

$t_1 - t_2$ = intervalo de tempo sucessivo

Dados climáticos de precipitação, temperatura, umidade relativa do ar e intensidade luminosa, referente ao período de estudo (2007-2009), foram obtidos mensalmente junto à Sede Regional da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER- Pombal, PB.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características climáticas da região de Pombal, mediante a classificação proposta por Köppen são do tipo AW' que pode ser definida como de clima quente e úmido. Com relação às temperaturas que foram monitoradas durante todo o período do estudo, observa-se na Figura 1A, que as mesmas encontraram-se dentro do normal, com valores em torno de 22°C, 28°C e 35°C para as temperaturas mínima, média e máxima, respectivamente.

Conforme observa-se na Figura 1B, referente à precipitação mensal, os meses de junho a dezembro compreendem o período seco da região, com a ocorrência de chuvas pouco significativas. Já o período chuvoso na região parece concentrar-se entre os meses de janeiro a maio, com precipitações superiores a 200 mm.

Maia (2004) afirma que a precipitação média na região Nordeste, varia em torno de 250 a 800 mm anuais dependendo das regiões, por outro lado, em anos atípicos, a precipitação pode alcançar de 1000 a 1200 mm, todavia, as

chuvas na região Nordeste quase sempre ocorrem de maneira irregular. Partindo deste ponto de vista, conforme a Figura 1B, observa-se que no período em que se realizou o estudo, o volume de chuvas foi bastante superior a média histórica para a região de Pombal, que é de 431,8 mm/ano, considerando-se então, as estações chuvosas dos anos de 2008 e 2009, potencialmente atípicas conforme as observações de Maia (2004).

A umidade relativa do ar se manteve em torno de 55% naqueles meses sem precipitação, tendendo a aumentar gradativamente, quando do aparecimento das chuvas nos meses de dezembro e janeiro dos anos de 2008 e 2009 (Figura 1B).

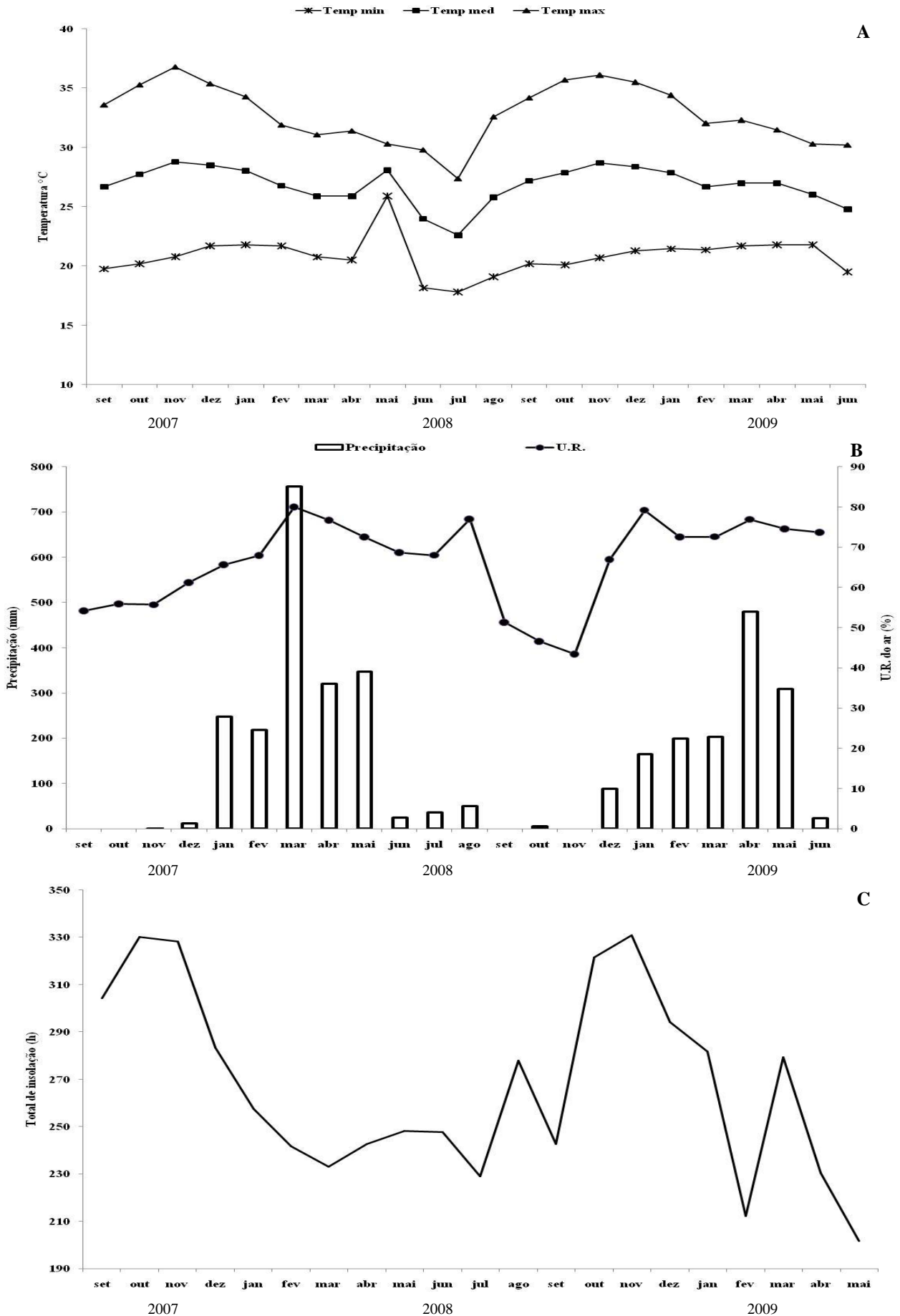
O total de luz incidida sobre a região de Pombal, PB, durante o período de estudo (Figura 1C), atingiu uma amplitude entre 201 a 330 horas mensais. Nos meses caracterizados por compreenderem o período de seca na região, onde a presença de nuvens é menor, a quantidade de luz incidida atinge os maiores valores, o inverso ocorrendo nos meses de maior precipitação. Maia (2004) destaca que a insolação é bastante alta na região Nordeste devido à proximidade com a linha do equador.

Os fenômenos climáticos que foram observados durante o período estudado, estiveram muito acima das médias históricas esperadas para a região. Tais fenômenos podem vir a ter influência na fisiologia das espécies estudadas modificando, diretamente, o hábito das mesmas.

Os indivíduos da espécie *Anadenanthera colubrina* apresentavam-se com uma considerável proporção de folhas nas primeiras coletas realizadas em setembro de 2007, a partir de quando se observou uma redução significativa da intensidade desta fenofase por consequência da queda das folhas acompanhando a estacionalidade climática, até o final do mês de outubro do mesmo ano (Figuras 2A e 3). Este comportamento é característico da maioria das espécies decíduas que estão inseridas no ambiente da Caatinga, ou seja, em determinada época do ano sua fisionomia muda de acordo com a estação climática. Nos meses seguintes, novembro e dezembro de 2007, as árvores de *A. colubrina* permaneceram praticamente sem folhas, possivelmente por se tratar do período mais seco e quente da estação, onde as temperaturas se tornam bastante elevadas, a umidade relativa atinge os valores mais baixos e a insolação é mais prolongada e forte (Figuras 1A, B e C). A partir de janeiro de 2008 ocorreram as primeiras brotações de folhas, este fato se deu por consequência das primeiras chuvas na região, que provavelmente favoreceram a aceleração do metabolismo daquelas plantas (Figura 2A).

O ápice da fenofase de brotação foi observado no mês fevereiro, período em que ocorreu a maior intensidade de chuvas na região (Figuras 2A e 1B). Locatelli e Machado (2004), estudando 58 espécies arbóreas de uma área de brejo de altitude no agreste de Pernambuco, também encontraram relação entre os padrões fenológicos e a precipitação, sendo observado que o pico de queda de folhas ocorreu na estação úmida e o brotamento no final desta estação, tendo o pico de floração ocorrido ao longo da estação seca e o de frutificação no final desta estação.

Figura 1. Temperatura (°C) mínima, média e máxima (A), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) (B) e total de insolação em horas (C) na região de Pombal, PB, no período de setembro de 2007 a junho de 2009



Durante todo o período em que as chuvas se intensificaram, mais precisamente entre os meses de fevereiro a julho, a fenofase de brotação esteve com intensidade fenológica (IF) sempre superior a 0,8 (Figura 2A), só a partir do mês de agosto é que foi observado uma queda mais acentuada das folhas de *A. colubrina*. As folhas destes indivíduos permaneceram caindo de forma lenta até o mês de dezembro quando do início das primeiras chuvas, atingindo IF = 0,1 (Figura 2A). A partir daí foi observado novamente a presença de brotações que foram se intensificando até atingir a intensidade fenológica de 0,7 na primeira coleta de fevereiro de 2009; quando não mais se observou queda de folha até a segunda coleta do mês de junho de 2009, última coleta de dados fenológicos. A intensidade fenológica da brotação do angico atingiu valores iguais ou inferiores a 0,2, e a maioria dos indivíduos avaliados perdeu a totalidade das folhas no período de estudo, sendo por isso classificada como uma espécie decídua.

A floração na espécie *A. colubrina* ocorreu em três épocas distintas. A primeira foi observada entre os meses de dezembro de 2007 até início do mês de fevereiro de 2008, a segunda entre os meses de abril e maio de 2008, com índices fenológicos superiores à 0,1 e a terceira ocorrendo entre os meses de outubro de 2008 a março de 2009 quando houve a finalização da atividade de floração, tendo sido, esta última floração superior às anteriormente observadas, atingindo IF de 0,4 (Figuras 2A e 3). Estas observações coincidem com os relatos de Lorenzi (1998); Carvalho (2003) e Maia (2004), onde destacam que a espécie *A. colubrina* floresce a partir de novembro, prolongando-se até janeiro.

De acordo com a Figura 2A, o período de frutificação nas plantas de *A. colubrina* ocorreu em três momentos durante o período de avaliação, sendo o primeiro no início da coleta dos dados fenológicos (início de setembro de 2007); o segundo entre março e outubro de 2008 e o terceiro em meados do mês de janeiro de 2009 até a última coleta realizada em junho do mesmo ano. O comportamento observado sugere que a frutificação da espécie *A. colubrina* ocorre entre os meses de março e setembro, nas condições da região de Pombal, Estado da Paraíba, período em que se registrou os maiores valores de IF para frutificação. Carvalho (2003) relata que para o Estado de São Paulo, a frutificação desta espécie, ocorre de julho a novembro.

As sementes parecem ser dispersas parte no final da estação chuvosa e parte na estação seca, nos meses de setembro de 2007 e de abril a dezembro de 2008, somente sendo observada novamente em março de 2009 (Figuras 2A e 3). A produção de frutos secos, anemo ou barocóricos, é uma das principais características dessa leguminosa, sendo a dispersão na seca correlacionada com esse tipo de fruto nas espécies da Caatinga e do Cerrado (BATALHA; MANTOVANI, 2000). Conforme explica Barbosa et al. (2002), classificando os tipos de frutos e as síndromes de dispersão de espécies lenhosas da Caatinga de Pernambuco, registraram que a maioria das espécies, entre elas a *Anadenanthera columbrina*, apresentou síndrome de dispersão autocórica ou anemocórica, com predominância de frutos dos tipos legume ou esquizocarpos, representativos das famílias mais dominantes da Caatinga (Leguminosae e Euphorbiaceae).

O comportamento observado nas plantas de *A. colubrina* parece evidenciar diferentes picos nas fenofases de floração, frutificação e dispersão de sementes daquela espécie, um na estação chuvosa e um na estação seca, com maior

intensidade na chuvosa, dados semelhantes aos constatados por Barbosa et al. (2003). Conforme expõem Pereira et al. (1989); Machado et al. (1997) e Griz e Machado (2001), os poucos estudos realizados em áreas de Caatinga, no Nordeste brasileiro, revelaram que os padrões fenológicos, tanto de brotação como de floração e frutificação, foram fortemente influenciados por fatores ambientais.

As árvores de *M. urundeuva* apresentaram-se com poucas folhas durante boa parte do período de avaliação (Figura 2B), exatamente quando não se observaram chuvas na região e, por consequência, ocorriam temperaturas mais elevadas e baixa umidade relativa do ar (Figuras 1A e B).

O fluxo de produção de novas folhas se deu moderadamente a partir do início das primeiras chuvas (Figura 2B), mais precisamente no mês de dezembro, estendendo-se até fevereiro, quando se atingiu o máximo da brotação, mantendo sua copa repleta até meados do mês de julho, quando do encerramento das chuvas e elevação das temperaturas na região (Figuras 1A e B). A partir daí, a espécie *M. urundeuva* apresentou uma acentuada queda de suas folhas, chegando a atingir uma IF inferior a 0,1 no mês de outubro (Figura 2B).

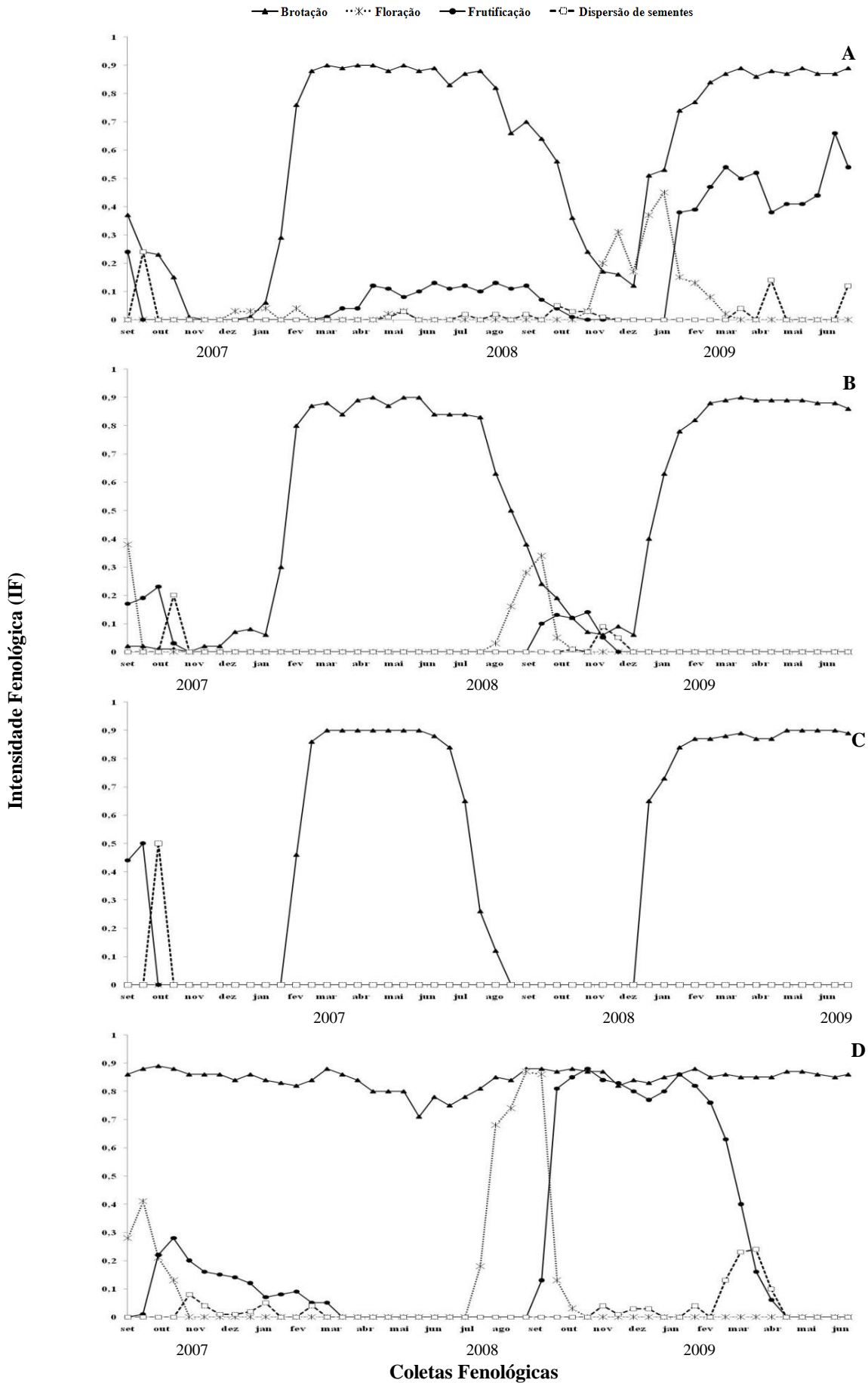
A intensidade fenológica referente à brotação de *M. urundeuva*, atingiu ocasionalmente valores iguais ou inferiores a 0,2 no período seco do ano, outubro e novembro (Figura 3) e, a maioria dos indivíduos avaliados, perdeu a totalidade das folhas no período de estudo, sendo por isso classificada como uma espécie decídua. Estes dados foram semelhantes com os resultados obtidos por Barbosa et al. (2003). Segundo Reich e Borchert (1984) e Borchert (1996), nas espécies decíduas, as árvores com maior densidade de lenho e folhas menos coriáceas teriam menor capacidade de retenção de água, ou seja, seriam mais sensíveis à deficiência hídrica.

A floração de *M. urundeuva* (Figura 2B), na região de Pombal, Estado da Paraíba, ocorre de agosto a outubro, compreendendo a estação seca da região, período em que as plantas encontram-se com sua folhagem bastante reduzida, comportamento este, relatado por Lorenzi (1998). Este mesmo autor relata que, em geral, a floração de *M. urundeuva* ocorre de junho a julho. Conforme expõe Carvalho (2003), a espécie em questão apresenta uma floração ampla e variável, ocorrendo em janeiro no Estado de Pernambuco e de março a abril no Ceará.

No que se refere à fenofase de frutificação (Figura 2B), constatou-se a presença de frutos no início da coleta de dados, em setembro, até a primeira quinzena do mês de outubro de 2007, só tornando a ocorrer frutificação no ano seguinte, mais precisamente entre os meses de setembro e novembro. Carvalho (2003) enfatiza que a frutificação de *M. urundeuva* ocorre de janeiro a fevereiro, em Minas Gerais; de junho a agosto, em Pernambuco e no Maranhão; de agosto a novembro no Estado de São Paulo; em setembro, no Ceará; de setembro a outubro, na Bahia, no Distrito Federal, em Mato Grosso e em Mato Grosso do Sul.

A dispersão das sementes de *M. urundeuva* ocorre quase que exclusivamente durante a estação seca, nos meses de outubro e novembro (Figuras 2B e 3). Os estudos de Van der Pijl (1972) mostraram a existência de diferentes meios e épocas de dispersão de sementes e que podem ser deduzido por meio da morfologia de frutos e sementes das plantas. Carvalho (2003) relata que a dispersão de frutos e sementes de *M. urundeuva* é anemocórica.

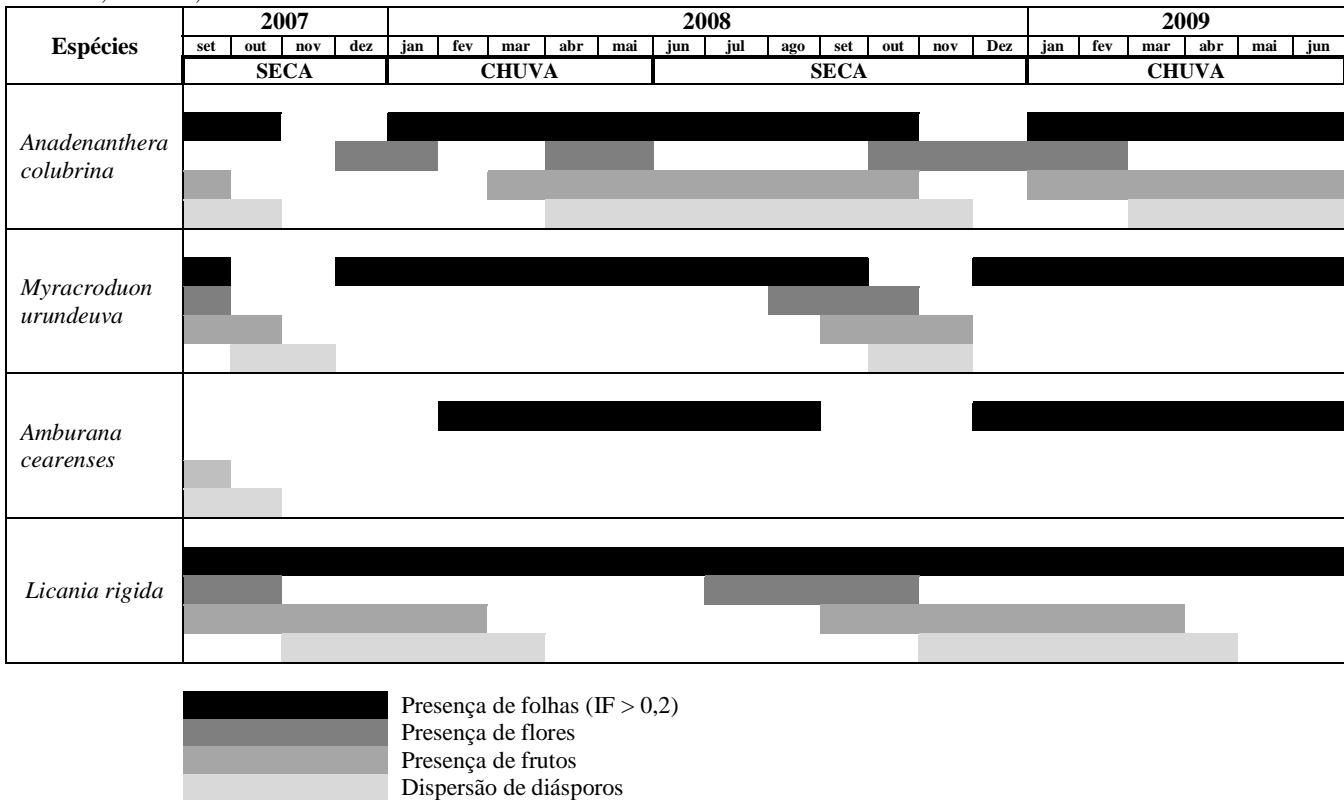
Figura 2. Espectro fenológico de *Anadenanthera colubrina* (A), *Myracrodruon urundeuva* (B), *Amburana cearensis* (C) e *Licania rigida* (D), ao longo de dois anos, na Caatinga do semiárido paraibano, Pombal, PB



As plantas de *Amburana cearensis* conservaram-se sem folhas nos períodos que compreenderam a estação seca na região (Figura 3), mais precisamente, entre os meses de setembro e dezembro. O fluxo de brotações se deu a partir de janeiro, atingindo o máximo da intensidade da fenofase no mês de fevereiro, estendendo-se até agosto do ano de 2008,

comportamento que tendeu a se repetir no ano de 2009 (Figura 2C). Amorim et al. (2009) observaram comportamento semelhante com indivíduos da mesma espécie na Caatinga do Seridó, no Rio Grande do Norte, enfatizando que a queda das folhas se deu, de forma mais acentuada, após o término da estação chuvosa na região.

Figura 3. Resumo dos padrões fenológicos de quatro espécies arbóreas da Caatinga, ao longo de dois anos, no semiárido paraibano, Pombal, PB



Diante do evidente fluxo de formação e queda de folhas, após períodos de presença e ausência chuvas, respectivamente, parece patente a influência da disponibilidade hídrica sobre a intensidade fenológica de brotação para *A. cearensis*. Este comportamento evidencia o fenômeno da caducifolia, em tal espécie, como forma de adaptação à severidade imposta pelo clima da região, fato este confirmado pela IF da brotação que atingiu valores inferiores a 0,2 (Figura 2C). Barbosa et al. (2003) classificam espécies lenhosas da Caatinga em perenifólias até decíduas em função da queda de folhas e brotamento, destacando a *A. cearensis* como uma espécie decídua que perde suas folhas no final da estação chuvosa, permanecendo sem folhas no intervalo de quatro a seis meses. Tais observações realizadas pelos autores supracitados podem ser confirmadas mediante a análise dos resultados obtidos no presente estudo.

No tocante a floração, durante o período de avaliação, não foi constatado qualquer manifestação do fenômeno para esta espécie (Figura 2C), provavelmente devido a *A. cearensis* ter sofrido alguma mudança de caráter fisiológico consequente das condições climáticas atípicas ocorridas durante o período de avaliação (Figuras 1A, B e C) impossibilitando a ocorrência de floração. Segundo Krajewski e Rabe (1995), durante a transição da gema vegetativa para a reprodutiva, ocorrem três eventos: a indução, evocação e inibição, envolvendo também interações entre sinais internos e externos à planta.

Por outro lado, todos os autores que tratam do tema, relatam a grande variabilidade nos padrões de floração das espécies da Caatinga. Algumas espécies não florescem por dois anos (MACHADO et al., 1997; AMORIM et al., 2009) ou três anos (PEREIRA et al., 1989), enquanto outras fazem por mais de uma vez no mesmo ano. Almeida et al. (1998) e Amorim et al. (2009) afirmam que a floração da *A. cearensis* ocorre, em maior abundância, de fevereiro a junho, período em que ocorreram grandes volumes de chuvas na região.

Algumas espécies vegetais apresentam uma exigência absoluta dos sinais ambientais correlatos para poder florescer, esta condição é denominada de resposta obrigatória ou qualitativa a um sinal do ambiente. O fotoperiodismo (resposta ao comprimento do dia) e a vernalização (promoção do florescimento em temperaturas subsequentes mais altas) são dois dos mais importantes sinais externos que podem influenciar diretamente no florescimento das plantas (TAIZ e ZEIGER, 2004). Diante deste evento, a floração da *A. cearensis* pode ter sofrido alguma alteração justamente nesta fase de preparação da planta para efetuar a reprodução no momento em que as condições climáticas estavam adversas as suas exigências fisiológicas.

A frutificação da *A. cearensis* apresentou intensidade fenológica na ordem de 0,5 no período inicial das avaliações não apresentando mais frutos nos meses seguintes de avaliação (Figura 2C). Este comportamento pode ser confirmado por Almeida et al. (1998); Lorenzi (1998) e Carvalho (2003).

Já Barbosa et al. (2003) afirmam que a floração da *A. cearensis* ocorre no final da estação chuvosa enquanto sua frutificação se dá quando já se encontra desprovida de folhas, na estação seca. Isto parece se confirmar quando se observa a frutificação ocorrida no início do período de estudo, a qual se deu quando as plantas já se encontravam totalmente desprovidas de folhas (Figura 1B).

A dispersão das sementes da *A. cearensis* (Figura 2C), ocorreu de setembro a outubro de 2007, período seco na região, confirmando os relatos de Barbosa et al. (2003). Ainda estes autores, afirmam que a dispersão das sementes da *A. cearensis* é anemocórica.

A *Licania rigida*, diferentemente das demais espécies estudadas, não apresentou queda de folhas significativas durante o período de avaliação de sua fenologia, mantendo a intensidade fenológica de brotação sempre acima de 0,7 durante todo o período (Figura 2D), sendo por isso classificada como uma espécie perenifolia de acordo com relatos de Castro et al. (2005).

A presença de flores nas árvores de *L. rigida* pode ser observada nos primeiros meses de avaliação (setembro e outubro de 2007), com intensidade fenológica em torno de 0,4 na primeira quinzena do mês de setembro, a partir de quando se observou uma acentuada redução na floração, não apresentando mais flores no final de outubro de 2007 (Figura 2D).

A presença de flores nesta espécie só foi novamente observada durante os meses de julho a outubro de 2008 não sendo mais observada nas avaliações posteriores. Conforme relata Castro et al. (2005), a *Licania rigida* tem sua floração de julho a outubro, confirmando os dados observados no presente trabalho.

Na Figura 2D é ilustrado o comportamento da frutificação de *Licania rigida*, que variou a intensidade fenológica ao longo do período de avaliação, com valores da ordem de 0,3 no mês de outubro de 2007 e valores decrescentes nos meses subsequentes, chegando quase a não apresentar mais frutos no início do mês de março, período semelhante ao relatado por Castro et al. (2005). Por outro lado, à ocorrência de frutificação foi observada com uma grande intensidade a partir do mês de setembro de 2008, com uma grande quantidade de frutos, apresentando uma IF em torno de 0,9 nos meses de outubro de 2008 a abril de 2009. Diante disto, parece evidente a frutificação da *L. rigida* ocorrer entre os meses de novembro a abril na região.

As sementes de *L. rigida* são dispersas entre os meses de outubro de 2007 a fevereiro de 2008, também sendo observado a dispersão de outubro de 2008 a abril de 2009 (Figura 2D). Acredita-se que por tratar-se de um fruto carnoso, sua dispersão seja do tipo zoocórica, de acordo com Barbosa et al. (2003).

Dentre as espécies estudadas, a *L. rigida* é a única que apresenta frutos do tipo carnoso, o que a caracteriza como uma importante fonte de alimento para os animais que consomem os frutos carnosos. Isto é de grande importância, uma vez que em outros trabalhos tem sido relatado que a maioria das espécies da Caatinga produzem frutos do tipo seco, tornando baixa a disponibilidade de alimentos para os animais (FREITAS et al., 2005).

Conforme observa-se na Figura 3, os padrões fenológicos das quatro espécies estudadas podem ser distinguidos de acordo com a distribuição temporal dos eventos climáticos como: a brotação, a floração, a frutificação e a dispersão das sementes. Nas três primeiras espécies, (*Anadenanthera co-*

lumbriana, *Myracrodruon urundeuva* e *Amburana cearensis*), classificadas como decíduas, a abscisão das folhas coincide com o período de maior escassez de chuvas na região (setembro a dezembro). A rebrota de suas folhas ocorre com a chegada das chuvas (dezembro a janeiro), enquanto que a floração varia entre elas, com a *A. columbrina* apresentando diferentes picos ao longo do ano e a *M. urundeuva* floresce com redução do período chuvoso e chegada da estação seca. A frutificação e dispersão dos diásporos de *A. columbrina* se estendem de março a novembro, ocorrendo tanto na estação chuvosa como na seca, enquanto que a frutificação e dispersão de *M. urundeuva* ocorrem no período de dois meses (setembro a novembro), correspondendo à estação seca. Na espécie *A. cearensis* a floração e frutificação também parecem ocorrer no período correspondente à estação seca na região. A espécie *L. rigida* apresentou sua copa completa de folhas durante todo o período de avaliação com presença de flores na estação seca e frutificação e dispersão de suas sementes ocorrendo entre os meses de setembro e fevereiro (Figura 3).

Embora a restrição hídrica possa induzir abscisão das folhas na seca e a rebrota possa depender da reidratação dos tecidos, o déficit hídrico não deve ser considerado como o fator indutor da sazonalidade observada. A abscisão e queda das folhas no início da seca é precedida da redução da atividade de crescimento nos meristemas apicais da parte aérea, manifestadas pela interrupção da produção de novas folhas, ainda na estação chuvosa. Se a água não constitui um fator limitante, essas gemas manifestam dormência, e não quiescência como tem sido sugerido para espécies arbóreas de florestas tropicais periodicamente secas (BORCHERT, 1996). Amorim et al. (2009) estudando a fenologia de espécies lenhosas da Caatinga do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, verificaram que o fenômeno da caducifolia não é igual para as espécies daquele ambiente, podendo tal fenômeno ocorrer em um ano a outro não, e em períodos distintos.

CONCLUSÕES

As espécies *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva* e *Amburana carensis* são classificadas como espécies decíduas, apresentando abscisão das folhas entre setembro e dezembro (estação seca) e a rebrota entre janeiro e agosto (estação chuvosa) na região do semiárido paraibano, enquanto a *Licania rigida* é classificada como uma espécie perene, por não apresentar o fenômeno de abscisão foliar ao longo do período de avaliação. Todas as espécies estudadas apresentam dispersão de seus diásporos ainda na estação seca. A espécie *Anadenanthera colubrina* apresenta diferentes picos nas fenofases de floração ao longo do ano, com frutificação e dispersão de sementes ocorrendo parte na estação chuvosa e parte na estação seca da região. Os padrões fenológicos das quatro espécies estudadas são distinguidos de acordo com a distribuição temporal dos eventos climáticos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J. F. Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464p.

- AMORIM, I.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, E.L. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga do Seridó, RN. *Revista Árvore*, v.33, n.3, p. 491-499, 2009.
- ARAÚJO, E.L.; FERRAZ, E.M.N. Processos ecológicos mantenedores da diversidade vegetal na Caatinga: estado atual do conhecimento. In: CLAUDINO-SALES, V. (Ed.) *Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação*. Fortaleza: Expressões Gráficas, 2003. p. 115-128.
- ARAÚJO, E.L. Estresses abióticos e bióticos como forças modeladoras da dinâmica de populações vegetais da Caatinga. In: NOGUEIRA, R.J.M. et al. (Eds.). *Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas*. Recife, MXM gráfica e editora, 2005. p. 50-64
- ARAÚJO, E.L.; ALBUQUERQUE, U.P.; CASTRO, C.C. Dynamics of Brazilian Caatinga – a review concerning the plants, environment and people. *Functional Ecosystems and Communities*, v.1, p.15-29, 2007.
- BAKKE, I.A; BAKKE, O.A; ANDRADE, A.P; SACEDO, I.H. Forage yield and quality of a dense thorny and thornless “jurema-preta” stand. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.3, p.341-347, 2007.
- BARBOSA, D.C.A.; BARBOSA, M.S.A.; LIMA, L.C.M. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. In.: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. p.657-692.
- BARBOSA, D.C.A.; SILVA, P.G.G.; BARBOSA, M.S.A. Tipos de frutos e síndrome de dispersão de espécies lenhosas da Caatinga de Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (eds.). *Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco*. Recife: SECTMA/Massagana, 2002. p.609-621.
- BARBOSA, J.L.A.; ALVES, S.M.; PRAZERES; PAIVA, A.M.A. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de Caatinga. *Acta Botânica Brasilica*, v.3, p.109-117, 1989.
- BATALHA, M.A.; MANTOVANI, W. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brasil) a comparison between the herbaceous and woody floras. *Revista Brasileira de Biologia*, v.60, n.1, p.129-145, 2000.
- BORCHERT, R. Phenology and flowering periodicity of Neotropical dry forest species: evidence from herbarium collections. *Journal of Tropical Ecology*, v.12, n.1, p.65-80, 1996.
- BULHÃO, C.F.; FIGUEIREDO, P.S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Revista Brasileira de Botânica*, v.25, n.3, p.361-369, 2002.
- CARVALHO, P.E.R. *Espécies arbóreas brasileiras*, v.1. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039p.
- CASTRO, R.C.; et al. Óleos, ceras, taninos, látex e gomas. In.: SAMPAIO, E.V.S.B.; PAREYN, F.G.C.; FIGUEIRÔA, J.M.; SANTOS JÚNIOR, A.G. (ed.) *Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial*. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. p.199-226.
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro, EMBRAPA/CNPS, 1999. 412p. (EMBRAPA-Solos. Documento 15).
- FREITAS, R.R.; ROCHA, P.L.B.; SIMÕES-LOPES, P.C. Habitat structure and small mammals abundance in one semi-arid landscape in the Brazilian Caatinga. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.22, n.1, p.119-129, 2005.
- GRIZ, L.M.S.; MACHADO, I.C.S. Fruiting phenology and seed dispersal syndrome in Caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v.17, p.303-321, 2001.
- GRIZ, L.M.S.; MACHADO, I.C.S.; TABARELLI, M. Ecologia de dispersão de sementes: progressos e perspectivas. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco*. Recife: SECTMA/Editora Massagana, 2002. p. 597-608.
- KRAJEWSKI, A.J.; RABE, E. Citrus flowering: a critical evaluation. *Journal of Horticultural Science*, v.70, n.3, p.357-374, 1995.
- LEAL, I.R.; WIRTH, R.; TABARELLI, M. Seed dispersal by ants in the semi-arid Caatinga of North-east Brazil. *Annals of Botany*, v.99, n.5, p.885-894, 2007
- LOCATELLI, E.; MACHADO, I.C. Fenologia de espécies arbóreas de uma mata serrana (brejo de altitudes) em Pernambuco, Brasil. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. (orgs). *Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2004. p.255-276.
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 2 ed. Nova Odessa, Editora Plantarum, 1998. 608p.
- MACHADO, I.C.; BARROS, L.M.; SAMPAIO, E. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica*, v.29, n.1, p.58-68, 1997.
- MAIA, G.N. *Caatinga: Árvores e arbustos e suas utilidades*. São Paulo, D&z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413p.
- MORELLATO, L.P.C., LEITÃO-FILHO, H.F. RODRIGUES, R.R.; JOLY, C.A. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiá, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, v.50, n.1, p.149-162. 1990.
- PEREIRA, R.M.A.; ARAÚJO FILHO, J.A.; LIMA, R.V.; LIMA, F.D.G.; ARAÚJO, Z. B. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da Caatinga. *Ciência Agrônômica*, v.20, n. ½, p.11-20, 1989.
- REICH, A.C.S.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, v.72, n.2, p.61-74, 1984.

TABARELLI, M.; VICENTE, A. Lacunas de conhecimento sobre as plantas lenhosas da Caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S.B.; GIULIETTI, A.M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L. (Eds). *Vegetação e Flora da Caatinga*. Recife. Associação Plantas do Nordeste, 2002. p. 25-40.

TABARELLI, M.; VICENTE, A.; BARBOSA, D.C. Variation of seed dispersal spectrum of Woody plants across a rainfall gradient in Northeast Brazil. *Journal of Arid Environments*, v.53, n.2, p.197-210, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3 ed. Porto Alegre, Artmed. 2004. 719p.

TIGRE, C.B. *Pesquisa e experimentação florestal para a zona seca*. Fortaleza, DNOCS. 1970. 149p.

VAN DER PIJL, L. *Principles of dispersal in higher plants*. New York, Editora Springer-Verlag, 1972. 215p.