

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECONCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIENCIAS AGRARIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
BACHARELADO EM BIOLOGIA

DOUGLAS BARROS DE OLIVEIRA

**FENOLOGIA DE OITO ESPÉCIES DE *Manihot*
(Euphorbiaceae)**

Cruz das Almas

2018

DOUGLAS BARROS DE OLIVEIRA

FENOLOGIA DE OITO ESPÉCIES DE *Manihot*

Trabalho apresentado ao colegiado do Bacharelado em Biologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no formato de artigo científico, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Biologia.

Orientado: Dr. Márcio Lacerda Lopes Martins

Cruz das Almas

2018

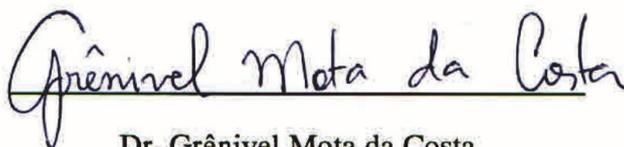
DOUGLAS BARROS DE OLIVEIRA

FENOLOGIA DE OITO ESPÉCIES DE *Manihot*

Trabalho de conclusão de curso, apresentado como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Biologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

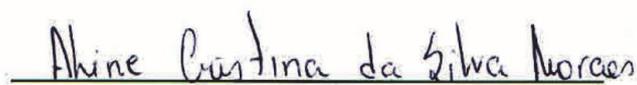
Cruz das Almas, 19 de março de 2018.

Comissão examinadora



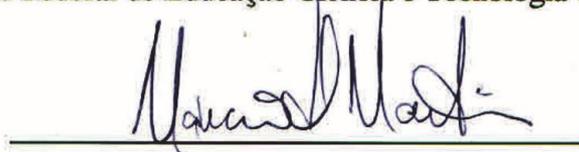
Dr. Grênivel Mota da Costa

(Universidade Federal do Recôncavo da Bahia)



Dra. Aline Cristina da Silva Moraes

(Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia)



Dr. Márcio Lacerda Lopes Martins

(Universidade Federal do Recôncavo da Bahia)

(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A escrita desse trabalho se inicia com o descortinar dos caminhos que percorri quando me foi concedida a possibilidade de adentrar a Universidade pública e gratuita. Rebento de uma infinidade de possibilidades que explorei e exploro, me banhando com as ciências, as artes, a filosofia, as ciências sociais. Se construindo como um ser essencialmente interdisciplinar, tal como deve ser a expressão do conhecimento. Pensar a biologia deve repousar a dialética.

Agradeço respectivamente ao Dr. Grênivel Costa e ao Dr. Marcio Martins pela acolhida, orientação e comentários, bem como a Dra. Aline Moraes por aceitar avaliar este trabalho e pelas considerações. Dra. Rosi de Oliveira pela solicitude em ajudar sempre que preciso. Sci-hub ao democratizar o acesso ao conhecimento científico capitalizado, André Lima e Herval Alves para parceria, Cintia Borges, imortalizada nas sinapses neuronais e no coração, Cristiane Figueiredo, Diego Macedo amigos em sentido amplo, mesmo diante dos encontros e desencontros extrapolará a graduação. Luan Leal pelas conversas e análises ao fim das aulas. Jackeline Gomes (Tuca) pelo companheirismo irrestrito em meio à trajetória acadêmica, por vezes tortuosa, mas magicamente convertida em poesia, afinal “o coração, se pudesse pensar, pararia”. Certeza tenho que trombamos em outras encarnações. Idelíce Rosa, pela multidimensão, acumulando e cumprindo bem as funções de avó, mãe, pai. Materialização da palavra força, que amo imensuravelmente. Gabriel Barros, Naiady, Naiane, Eleni e Elson. A quem chamo de “meu povo”. A todos os trabalhadores terceirizados pelo carinho, atenção e sorrisos sempre presentes, mesmo diante da condição precária de serem soldados de reserva do exército de trabalhadores diariamente explorados pela lógica perversa do capital. Espero ver-lhes como estudantes formais, nessa universidade. Aqui tudo deve ser nosso. A todos os trabalhadores do restaurante universitário pela atenção constante, pelo carinho como ingrediente especial do “rango” caseiro que faz do nosso RU, o mais saboroso do mundo. A todas e todos que estiveram presente e diretamente fizeram parte dos meus dias nesses anos, a quem denomino “família”, ressignificando o sentido e a dimensão para além do senso material e incorporando o carinho, admiração e respeito como critérios para significar a palavra, contribuindo diretamente para que

pudesse amadurecer moral, intelectualmente e concluir a graduação, meus sinceros agradecimentos.

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, pela educação pública gratuita e de qualidade.

Obrigado!

E essa melancolia
com seus dias de febre na cabeça
Navegando na companhia
De pessoa na pessoa
Será que não vale?
Esse desassossego de ser muitos e navegar sozinho.
Será que vale?
Essa assossego
Do movimento das coisas
No rastejar da vida
(Gomes Barros)

Mas se nós, que somos os reis da natureza,
Não havemos de ter medo, quem há de ter?
(Clarisse Lispector)

RESUMO

A compreensão do comportamento fenológico das plantas é uma estratégia singular para o entendimento dos mecanismos evolutivos implícitos nas relações com os fatores bióticos e abióticos. Nesse sentido, buscamos neste trabalho compreender o comportamento fenológico de oito espécies de *Manihot*, bem como os gatilhos para as fenofases vegetativas e reprodutivas que ocorrem em uma região tropical, no caso o nordeste do Brasil. As observações foram realizadas mensalmente entre junho de 2016 a maio de 2017, com registro da presença e intensidade das fenofases. O sinal para a manifestação das fenofases em *Manihot* apresentou estreita relação com a variação na temperatura, sendo que a disponibilidade hídrica climática não se mostrou primordial, dentre as causas próximas. As espécies observadas apresentaram a concentração da fenofases na estação seca, comportamento que permitiu inferir uma provável conservação filogenética de nicho, por possuírem padrões fenológicos relacionados com a sazonalidade climática observada nos biomas caatinga e cerrado, regiões de origem das referidas espécies. Tal fato pode estar relacionado à possibilidade de armazenamento de significativo volume de água no tronco, provavelmente por possuírem baixa densidade de madeira, mesmo estando cultivadas em região que apresenta climatológica inversa a observada em suas áreas de origem. Este é o primeiro trabalho com estudo fenológico exclusivo para o táxon. Agregando conhecimento para o entendimento da história evolutiva do grupo.

PALAVRAS-CHAVE: Brotamento, Caducifolia, Conservação de nicho, Floração, Frutificação.

ABSTRACT

The understanding of the phenological behavior of plants is a unique strategy for the understanding of the evolutionary mechanisms implicit in the relations with the biotic and abiotic factors. In this sense, we seek to understand the phenological behavior of eight species of *Manihot*, as well as the triggers for vegetative and reproductive phenophases occurring in a tropical region, in the case of northeastern Brazil. Observations were made monthly between June 2016 and May 2017, with a record of the presence and intensity of the phenophases. The signal for the manifestation of the phenomena in *Manihot* presented a close relation with the variation in temperature, and the climatic water availability was not shown to be primordial, among the proximal causes. The observed species presented the concentration of phenophases in the dry season, which allowed to infer a probable phylogenetic conservation of niche, because they have phenological patterns related to the climatic seasonality observed in the caatinga and cerrado biomes, regions of origin of the mentioned species. This fact may be related to the possibility of storing a significant volume of water in the trunk, probably because they have low wood density, even being cultivated in a region that presents inverse climatological conditions observed in their areas of origin. This is the first work with phenological study exclusive to the taxon. Adding knowledge to the understanding of the evolutionary history of the group.

KEYWORDS: Budding, Deciduous, Niche conservation, Flowering, Fruiting.

INTRODUÇÃO

Os ciclos vegetativos e reprodutivos das plantas possuem relação direta com fatores ambientais, bióticos e abióticos, sendo resultado da pressão seletiva e da correlação desses com as espécies. Adicionalmente, a fenologia é uma das ferramentas básicas para o conhecimento biológico e ecológico de ecossistemas ou das espécies (Biondi et al., 2007). O estudo fenológico avalia os eventos biológicos repetitivos e as causas de sua ocorrência em relação aos fatores bióticos, abióticos, endógenos e da restrição filogenética (Willians-Linera & Meave 2002). Podendo ser definida como uma abordagem baseada no início e na duração de alterações visíveis no ciclo de vida das plantas correlacionadas com fatores climáticos (Larcher, 2006).

Porém, do ponto de vista evolutivo, tem sido argumentado, ainda, que a periodicidade em espécies arbóreas de florestas tropicais sazonais constitui uma estratégia adaptativa, selecionada tanto por pressões abióticas quanto bióticas (Lieberman & Lieberman 1984, Rathcke & Lacey 1985, Van Schaik *et al.* 1993, Reich 1995, Bulhão & Figueiredo 2002).

Compreender a fenologia de uma população vegetal está para além do entendimento da sua estruturação biológica partindo dos padrões observados, mas a compreensão das múltiplas dimensões da sua função ecossistêmica.

Estudos fenológicos apresentam relevância para o entendimento da estrutura funcional das populações, para o entendimento da reprodução das plantas, além de terem grande importância ecológica, pois permitem estabelecer a época em que os recursos (como folhas, flores, frutos e sementes) estão disponíveis aos animais na comunidade (Morellato et al. 2000). Tais estudos colaboram para os programas de conservação de recursos genéticos, manejo e planejamento de áreas silvestres, pois ajudam na melhor compreensão da biologia do táxon estudado (Morellato 1995).

O gênero *Manihot* pertence às Euphorbiaceae, e apresenta cerca de 100 espécies com distribuição neotropical, 77 para o Brasil (Cordeiro et al. 2015; Rogers & Appan 1973). Nassar *et al.* (2008) e Martins (2013) consideram a região Nordeste do Brasil como o 3º maior centro de diversidade do grupo, reconhecendo 27 espécies para a região, com apenas 15 espécies exclusivas de *Manihot* para essa região. Desse conjunto de espécies 14 são consideradas ameaçadas e três delas criticamente em perigo (CR B1a) (Martins 2013). A maior parte das espécies dessa região ocorrem na caatinga e no

cerrado, com apenas três espécies para ecossistemas costeiros (Allem 1989b; Allem 2001; Martins *et al.* 2011).

Conhecer o comportamento fenológico de *Manihot* é relevante para o levantamento de dados que contribuam para o entendimento da sua história evolutiva e das relações ecológicas desse grupo.

Esse estudo se justifica pela escassez de informações relativas à fenologia de espécies de *Manihot*. Não havendo na literatura estudos específicos para o gênero, mesmo este possuindo uma reconhecida importância econômica e biológica.

Diante do exposto o objetivo deste estudo foi descrever o comportamento fenológico de *Manihot* e subsidiar a compreensão da fenologia do táxon, informações que podem ser empregadas na construção de plano de conservação para o referido grupo além de planejamento de atividades de coleta e conservação, em estudos de biologia floral e na compreensão da dispersão e polinização do grupo taxonômico em questão.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A fazenda experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (Figura 1), área onde o referido estudo foi desenvolvido, está situado no município de Cruz das Almas, Bahia, Brasil, entre as coordenadas geográficas 12°39'24,4'S e 39°04'53.7"W. Cruz das Almas está localizada no Recôncavo Baiano, mesorregião geográfica da região metropolitana de Salvador e, microrregião geográfica de Santo Antônio de Jesus (IBGE, 2004).

A área de estudo esta situada no campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, com altitude aproximada de 225 m e apresenta uma vegetação nativa (Floresta Estacional Semidecidual) bastante devastada e relacionada a um tipo climático com duas estações distintas (uma seca e outra chuvosa). Nas áreas desflorestadas, têm-se espécies características da caatinga hipoxerófila (RODRIGUES, 2009).

O solo da área em estudo foi classificado como “Latosolo amarelo distrocoeso”, de textura média, nos horizontes superficiais, apresentando adensamento pedogenético em profundidade, que limita o aprofundamento das raízes e a dinâmica de água e ar no solo e apresenta relevo de plano a suave ondulado.

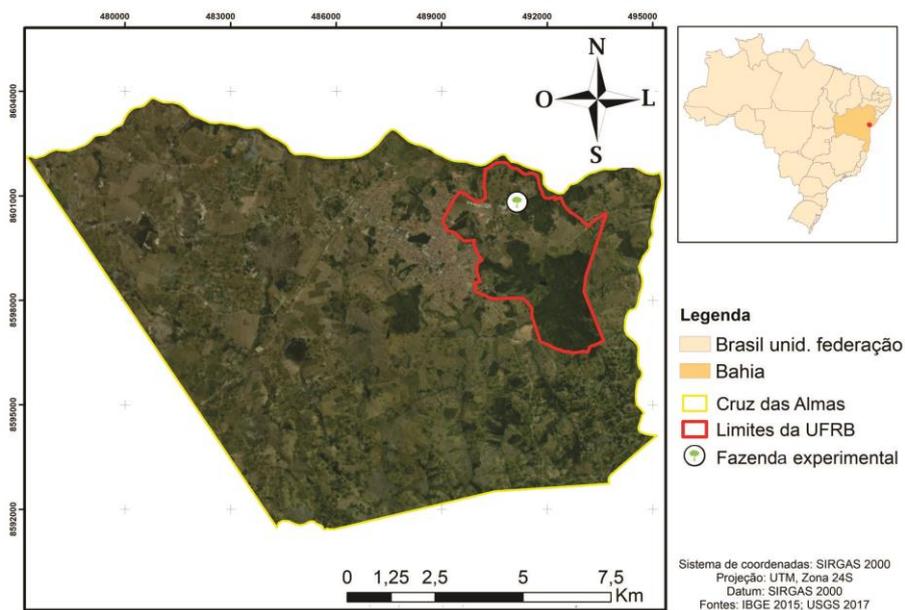


Figura 1. Localização da área de estudo (Fazenda experimental) na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

Clima

O clima da região pode ser descrito como tropical quente e úmido, sendo classificado como Ami, conforme o sistema de classificação de Köppen (1948), apresentando chuva anual dez vezes maior que o mês mais seco, a precipitação do mês mais seco menos que 60 mm e variação da temperatura média anual menor que 5°C (Figura 2) (Silva et al. 2016).

A precipitação pluviométrica média anual é de 1131,2 mm com variações entre 1.000 e 1.300 mm ao ano e temperatura média anual de 24,2°C. A região apresenta uma estação úmida de abril a julho, com precipitação média superior a 127,9 mm mensais, e uma estação seca de outubro a fevereiro (Figura 3), com precipitação média em torno de 72,2 mm mensais. Os dados climáticos de temperatura e precipitação foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

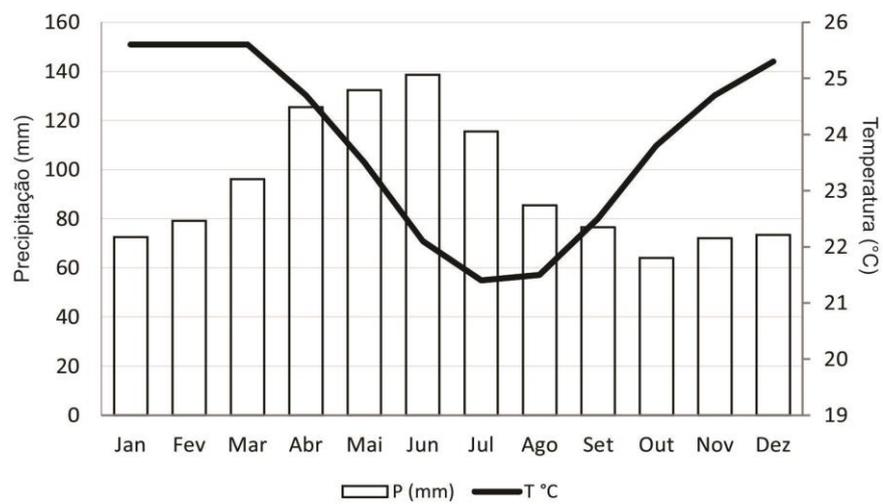


Figura 2. Normal meteorológica para o município de Cruz das Almas, Bahia, Brasil (1971 a 2010). (de acordo com Silva et al. 2016).

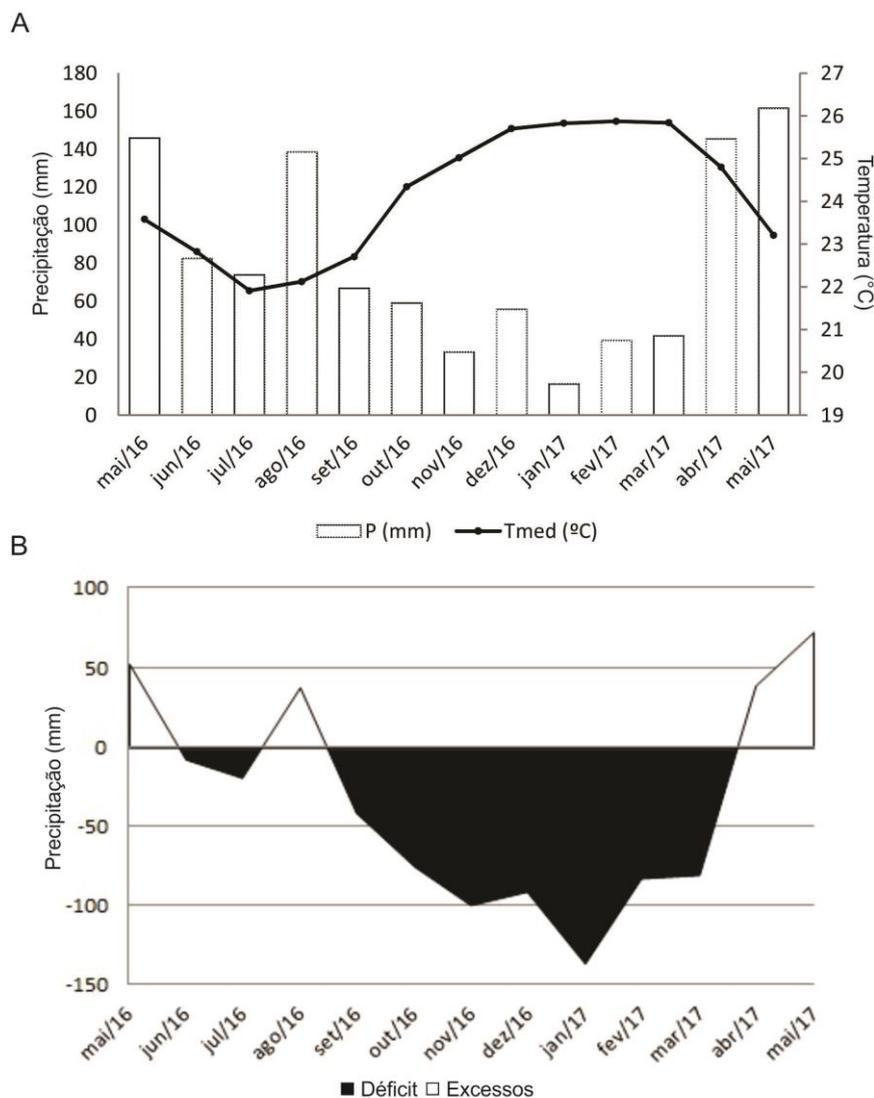


Figura 3. Variáveis ambientais em Cruz das Almas, Bahia, Brasil (mai. 2016 a mai. 2017): A -distribuição das médias mensais de temperatura e precipitação total (Fonte dos dados: INMET); B – balanço hídrico climatológico mensal.

Espécies estudadas

Foram estudadas oito espécies do gênero *Manihot* (Euphorbiaceae), presentes na coleção de parentes silvestres da mandioca da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Na tabela 1 estão listadas as espécies, hábito, origem, vegetação, bioma e tipo de fruto.

Tabela 1. Caracterização das espécies estudadas, na unidade experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, localizado no Município de Cruz das Almas, Recôncavo baiano, Bahia, Brasil.

FAMÍLIA Espécie	Hábito	Origem	Bioma	Vegetação	Tipo de fruto
EUPHORBIACEAE	Arbórea/arbusto	Caatinga/Cerrado	Caatinga/Cerrado	Arbustiva fechada/floresta	Cápsula
<i>Manihot carthagenensis</i> Müll.Arg	Arbustivo	Cerrado			
<i>Manihot caerulescens</i> Pohl.	Arbórea/arbusto	Caatinga/cerrado	Caatinga, cerrado e floresta ombrófila densa	Idem + campo rupestre	Baga
<i>Manihot dichotoma</i> Ule	Arbusto	Cerrado	Cerrado	Arbustiva fechada/floresta	Cápsula
<i>Manihot elongata</i> P. Carvalho & M. Martins (no prelo)	Arbórea/arbusto	Caatinga	Caatinga	Arbustiva fechada/floresta	Cápsula
<i>Manihot longiracemosa</i> P. Carvalho & M. Martins	Arbusto	Cerrado	Caatinga/cerrado	Campo rupestre	Cápsula
<i>Manihot pohli</i> Wawra	Arbusto decumbente	Cerrado	Cerrado	Arbustiva aberta	Cápsula
<i>Manihot quinquefolia</i> Pohl	Arbusto	Caatinga	Cerrado	Arbustiva aberta	Cápsula
Mandioca da sete anos*	Arbórea	Cidade	Área antropizada	Antropizada	Cápsula

*Espécie cultivada, ainda sem posição taxonômica definida.

Observações fenológicas

As observações fenológicas foram realizadas mensalmente, durante 12 meses. Entre junho de 2016 e maio de 2017.

Para a caracterização e padronização dos eventos fenológicos foram acompanhadas as fenofases vegetativas: queda (caracterizada pela evidência de queda foliar) e brotamento (surgimento de folhas novas) e reprodutivas: floração (pela presença de botões e/ou flores em antese¹) e frutificação: presença de frutos jovens (imaturos) e/ou frutos maduros (dispersando as sementes, apresentando a evidência do fruto quando estes se apresentaram deiscentes e/ou aspecto amarelado e/ou seco ou sofrendo zoocoria, quando indeiscentes).

Os padrões fenológicos vegetativos foram categorizados avaliando-se a frequência como decíduo, semidecíduo e perenifólio (Frankie et al. 1974) e a duração pela amplitude de tempo em cada fenofase em: breve (< 1 mês), intermediária (1 a 5 meses) e prolongada (> 5 meses) e os padrões reprodutivos foram descritos conforme adaptação de Newstrom et al. (1994) em padrão subanual: mediante a ocorrência da fenofase duas ou mais vezes ao ano; padrão anual sazonal: quando as fenofases ocorrem

¹A antese foi definida conforme Faegri & Van der Pijl (1979) como o período de funcionalidade da flor, compreendida desde a abertura até a senescência da corola ou dos órgãos reprodutivos.

anualmente, com a concentração de indivíduos manifestando a fenofase em determinado período do ano e padrão contínuo: quando a fenofase ocorre durante todo o ano.

A caracterização da sincronia do evento fenológico foi determinada em conformidade com Benke & Morellato (2002a) em função de frequência de indivíduos manifestando determinada fenofase. Foi considerado assincrônico (<20% de indivíduos na fenofase); pouco sincrônico ou sincrônica baixa (20-60% de indivíduos na fenofase) e sincrônica alta (>60% de indivíduos na fenofase).

Análise de dados

A intensidade de cada fenofase foi estimada conforme o índice de atividade de Fournier. Calculando a soma dos valores de intensidade obtidos para todos os indivíduos de cada espécie, com o resultado sendo dividido pelo valor máximo possível. O valor proporcional obtido foi então multiplicado por 100 para transformá-lo em um valor percentual (Fournier, 1974). A sincronia foi obtida conforme índice de sincronia de floração, calculado segundo Augspurger (1983).

A ocorrência de sazonalidade nas fenofases das espécies observadas foi avaliada por meio de estatística circular, utilizando o teste de Rayleigh. Foi calculada a frequência de espécies em cada evento fenológico para os meses observados e aferidos os parâmetros: vetor médio (μ), grupo médio, comprimento do vetor (r).

RESULTADOS

Fenologia do gênero *Manihot* - Foram observados 104 indivíduos de oito espécies de *Manihot* (Euphorbiaceae) presentes na coleção de parentes silvestres da mandioca da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Fenofases vegetativas - As espécies em estudo apresentaram três comportamentos de fenologia foliar: I – decídua (12,5%); II - perenifólia (37,5%) e III - semidecídua (50%) (Fig. 5; Fig. 6). Levando em conta a proporção das espécies, pode-se afirmar que o padrão fenológico foliar no gênero é semidecídua, ou seja, sem ocorrência de expressiva sazonalidade para a fenologia vegetativa.

A queda foliar apresentou padrão contínuo, com duração longa (Fig. 4; Fig. 5), concentrando sua atividade ao fim do período úmido e durante o auge da estação seca, coincidindo com a máxima de temperatura, enquanto o brotamento (Fig. 4; Fig. 6) apresentou sincronia interespecífica alta na maior parte do período de observação, concentrando a atividade durante a estação seca e havendo redução da atividade com a elevação da temperatura. Nas espécies observadas a queda antecipou o brotamento, não havendo sobreposição dessas fenofases.

Fenofases reprodutivas - Foram observados diferentes padrões de floração e frutificação (Fig. 4). A frequência de floração subanual ocorreu em 12,5% das espécies, contínuo (25%) e anual sazonal (62,5%). Ao se analisar a duração, padrão de floração breve ocorreu em 12,5% das espécies, longa (25%) e intermediária (37,5%). A frequência de frutificação subanual (12,5%) contínuo (25%) e anual sazonal (62,5%). Ao analisar a duração, o padrão de floração breve ocorreu em 12,5% das espécies, intermediária (25%) e longa (37,5%) (Tab.2; Fig. 4). Floração e frutificação (Fig. 7; Fig. 10) apresentaram padrão anual sazonal com os eventos fenológicos se concentrando durante a estação seca, coincidindo com os picos de temperatura e baixa precipitação.

Caracterização fenológica das espécies de *Manihot*

Manihot caerulescens Pohl apresentou padrão foliar decíduo com duração longa e sincronia alta durante a estação seca (Fig. 6). O nível de atividade para queda foliar (Fig. 5) coincide com a elevação da temperatura média mensal e redução na precipitação. O Brotamento se distribuiu ao longo do ano com sincronia baixa na estação úmida e sincronia alta na estação seca. Floração apresentou sincronia baixa ($Z=0,55$), padrão subanual, duração breve e com atividade ao fim da estação úmida e durante a estação seca (Fig. 7; Fig. 8). Frutificação exibiu padrão anual sazonal com duração longa e atividade concentrada na estação seca. Fruto maduro apresentou significativa sazonalidade, com data média em fevereiro (Tab. 2; Fig. 10), coincidindo com os menores valores de precipitação e temperaturas mais altas.

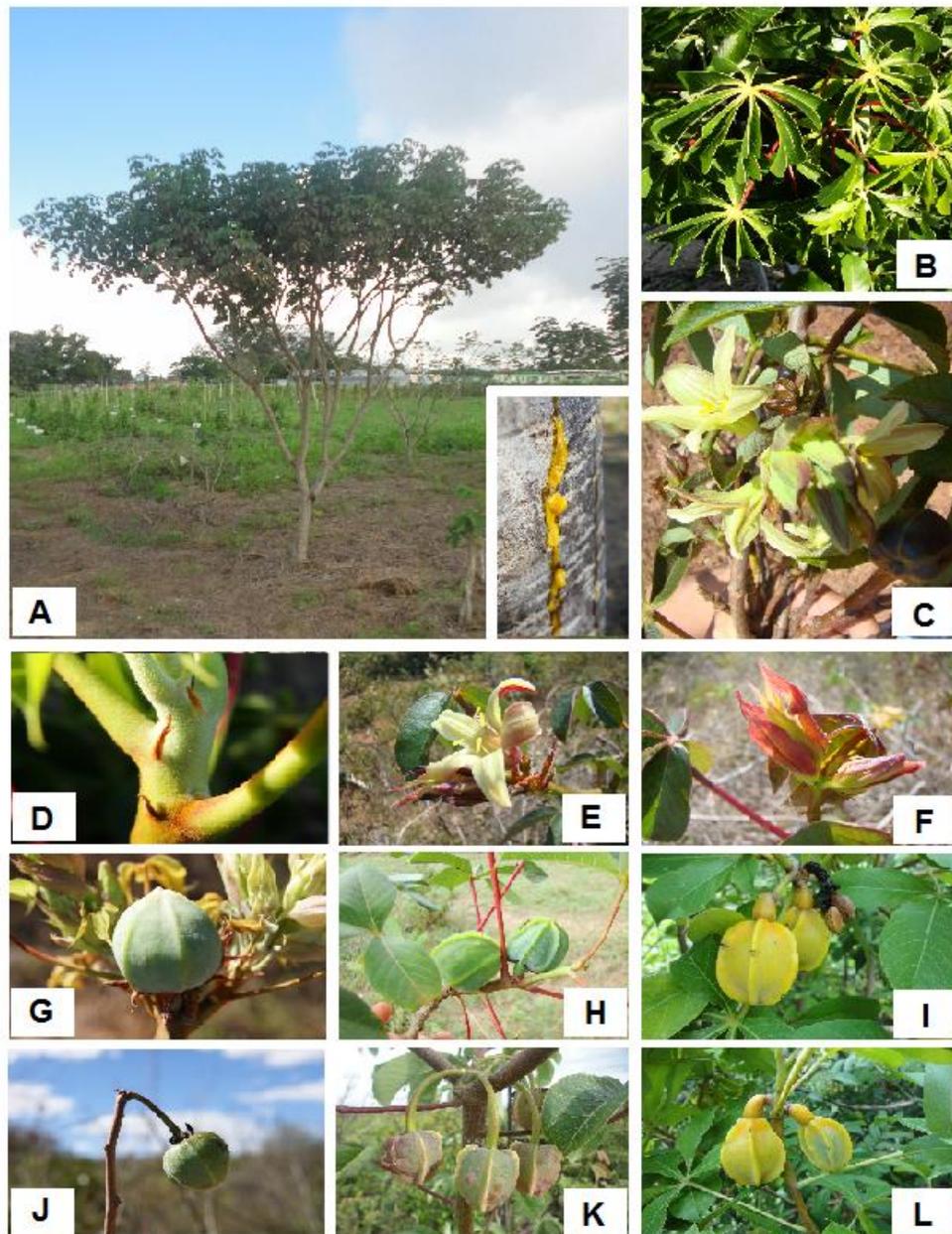


Figura 11: *Manihot caerulescens* Pohl. A.Hábito com detalhe do látex amarelo. B.Folhas C.Inflorescência, D.Detalhe das estípulas, E.Flor estaminada, F.Detalhe das brácteas, G-L.Variação morfológica nos frutos.

Manihot carthagenensis Müll.Arg. exibiu padrão foliar perenifólio com duração longa, sincronia alta durante a estação seca. A redução na intensidade para queda foliar coincide com a elevação da temperatura média mensal e redução na precipitação (Fig. 5). O Brotamento se distribuiu ao longo do ano com fenofase concentrada durante a estação seca (Fig. 6). Floração apresentou padrão anual sazonal, com data média no mês

de janeiro, duração longa, sincronia baixa ($Z=0,51$) e com maior intensidade durante a estação seca (Tab. 2 Fig. 7-8). Frutificação exibiu padrão anual sazonal com duração intermediária e maior atividade ao fim da estação seca (Tab. 2; Fig. 9-10).

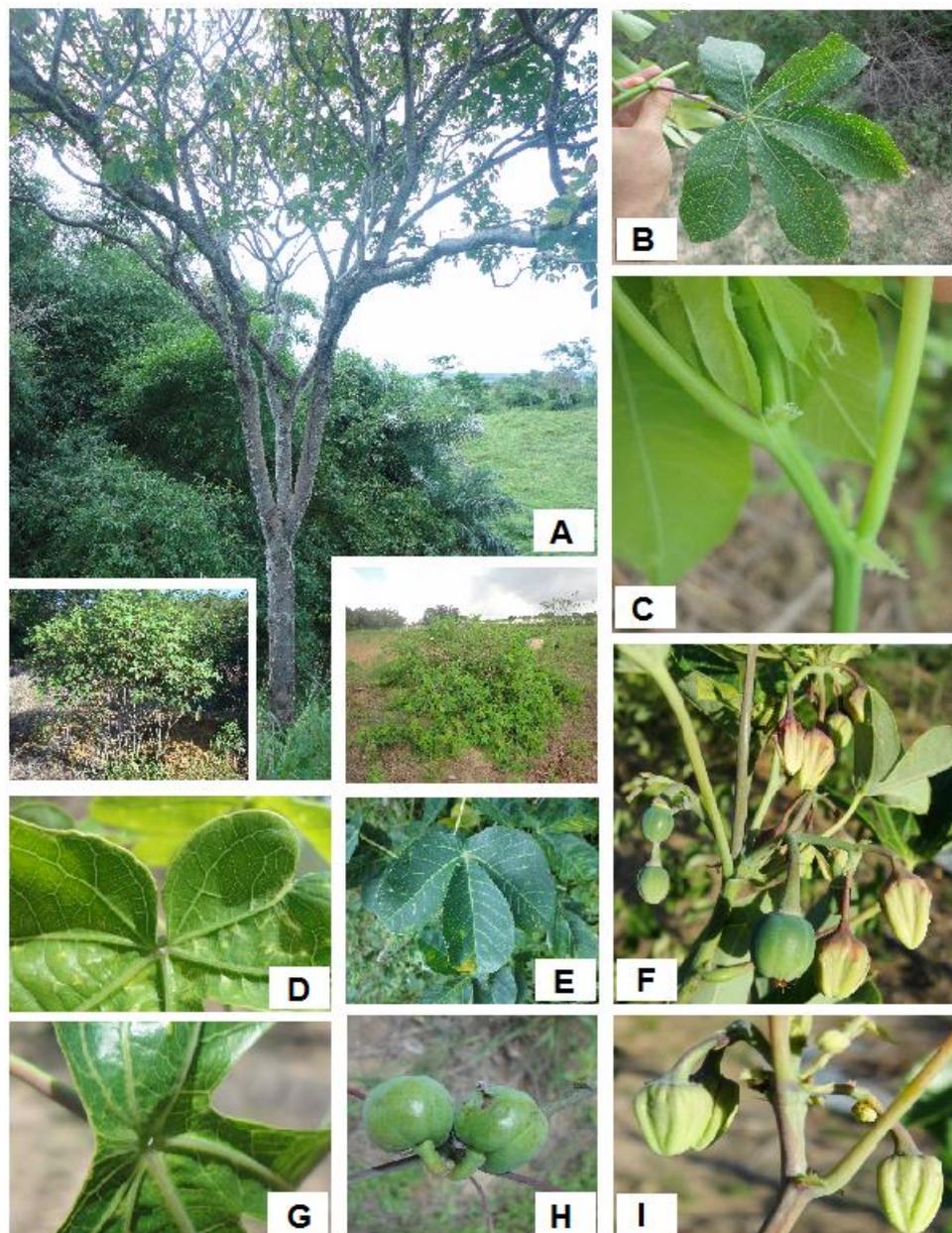


Figura 12: *Manihot carthagenensis* (Jacquin) Müll. Arg. A.Hábito, B.Folha pentalobada, C.Detalhes das estípulas semifoliáceas, D.Folhas com pecíolo basal, E.Folhas trilobadas, F.Inflorescência, G.Folha peltada, H.Frutos, I.Botões estaminados.

Manihot dichotoma Ule apresentou padrão foliar semidecíduo, com duração longa de produção foliar. Queda manifestou sincronia alta para todo o período de estudo, com

distribuição contínua ao longo do ano (Fig. 5). Brotamento exibiu sincronia baixa no início e no fim da estação úmida (Fig. 6). Floração apresentou padrão anual sazonal, com duração longa, sincronia baixa (0,55) e maior atividade durante a estação seca (Fig. 7; Fig. 8). A frutificação foi contínua, com maior atividade e sincronia alta no início do período úmido (Fig. 9).

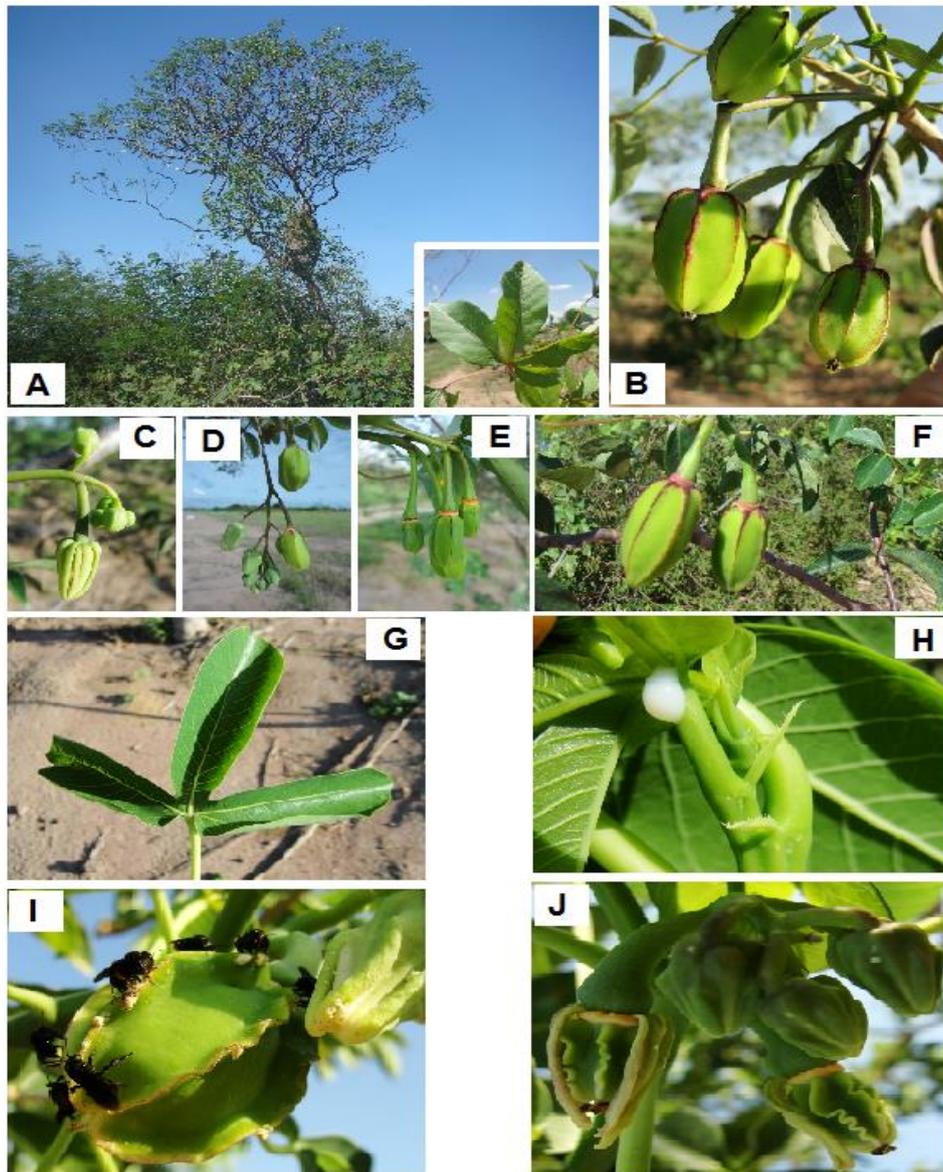


Figura 13: *Manihot elongata* P. Carvalho & M. Martins. A.Hábito com detalhe da folha tetralobada, B.Cápsulas com ápice arredondado, C.Flores pistiladas, D.Inflorescência, E.Frutos verdes, F.Frutos com linhas purpúreas. *Manihot dichotoma* Pohl. G.Folha, H.Detalhe do látex branco, I.Fruto, J.Inflorescência.

Manihot elongata P. Carvalho & M. Martins exibiu padrão foliar semidecíduo, com duração longa e sincronia alta durante todo o período de observação. O pico de

intensidade de queda foliar foi ao fim da estação úmida (Fig. 5) e brotamento no início da estação chuvosa (Fig. 6). Floração apresentou padrão anual sazonal com duração intermediária, sincronia alta (0,60) e grupo médio no mês de janeiro, auge da estação seca (Tab. 2; Fig. 7-8). A frutificação apresentou pico durante a estação seca (Fig. 9), com a maturação dos frutos coincidindo com os picos de temperatura e baixa precipitação, com significativa sazonalidade e grupo médio no mês de março (Tab. 2; Fig. 10).

Manihot longiracemosa P. Carvalho & M. Martins apresentou padrão foliar perenifólio, com duração longa. A fenologia foliar apresentou sincronia alta durante todo o período de observação, sem sazonalidade, com maior intensidade concentrada no início da estação úmida (Fig. 5; Fig. 6). A Floração exibiu padrão contínuo, com sincronia perfeita (1), com abrupta redução da atividade ao fim da estação seca (Fig. 7; Fig. 8) e a oferta de frutos foi mais intensa ao fim da estação úmida (Fig. 9; Fig. 10).

Manihot pohlii Wawra apresentou padrão foliar perenifólio, com duração longa. As fenofases vegetativas exibiram sincronia alta, com distribuição uniforme ao longo do ano e pico de intensidade ao fim da estação úmida (Fig.5; Fig. 6). Para floração, a espécie exibiu sincronia alta ($Z = 0,8$) e para frutificação foi observado padrão anual sazonal, com duração intermediária (Tab. 2; Fig.9) A maturação dos frutos coincidiu com os picos de temperatura e baixos valores para precipitação (Fig. 10).

Manihot quinquefolia Pohl apresentou padrão foliar semidecíduo com duração longa e sincronia alta durante a estação úmida (Fig. 6). A espécie exibiu padrão contínuo para floração, com sincronia baixa ($Z = 0,49$). E frutificação, com maior atividade ao fim da estação úmida e início da seca (Fig. 7; Fig. 8), com o declínio da atividade das fenofases coincidindo com os picos de temperatura (Fig. 7). A disponibilidade de botões e frutos foi contínua (Fig. 7; Fig. 9), porém a produção de flor e frutos maduros foi anual (Fig. 8; Fig. 10), com a maturação dos frutos na estação seca e durante os picos de temperatura.

Mandioca de sete anos apresentou padrão foliar semidecíduo com duração longa e queda foliar com pico de intensidade no início da estação seca (Fig. 5) e pico de brotamento, ocorreu no início da estação úmida (Fig. 6). Não coincidindo com o comportamento térmico e hídrico. Floração mostrou-se assincrônica ($Z = 0$) e

frutificação exibiu padrão anual sazonal com duração breve e maior atividade durante a estação seca (Fig. 7; Fig. 9).

DISCUSSÃO

Os padrões fenológicos observados para as oito espécies de *Manihot* apresentaram uma expressiva sazonalidade, com as fenofases vegetativas e reprodutivas apresentando sincronia alta na estação seca e sincronia baixa e/ou assincronia na estação úmida. Comportamento que pode ser interpretado como uma provável evidencia de conservação filogenética de nicho para o táxon.

Os resultados obtidos corroboram com os estudos que abarcam espécies de *Manihot* (Costa, Araujo & Lima-Verde 2004, Tannus et al. 2006, Lima 2007, Oliveira Junior et al. 2008, Pezzini 2008, Liebsch & Mikich 2009, Lima 2010, Vitória 2013, Souza et al. 2014, Silva 2014, Deus 2014), havendo em diferentes tipos vegetacionais uma tendência à concentração das fenofases entre os meses de outubro a fevereiro, quando as primeiras chuvas e o aumento do fotoperíodo e da temperatura atuam como estímulo para o início da floração (Morellato *et al.* 1989). Esse período corresponde à época de maior concentração pluviométrica e temperaturas mais altas na caatinga e no cerrado, bioma de origem das espécies analisadas.

Em conformidade com Lima (2007), a elevada sincronia e atividade das fenofases vegetativas entre os indivíduos de *Manihot* no início da estação seca na área de estudo indica uma provável relação com a baixa densidade do lenho e armazenamento de água no caule. Essa alta capacidade de armazenamento de água pode ter favorecido a ocorrência dos eventos fenológicos vegetativos e reprodutivos, mesmo na ausência de precipitação, corroborando a hipótese de que plantas que armazenam muita água nos seus tecidos podem brotar e florescer durante a estação seca (Borchert 1994, Chapotim et al. 2006, Neves et al. 2010).

Dessa forma, a ocorrência dos eventos fenológicos não foi determinada pelo regime pluviométrico, sendo a variação sazonal do fotoperíodo, um fator indutor da ocorrência das fenofases vegetativas como afirma Bouchert & Rivera (2001) e Lima (2007).

Os padrões fenológicos reprodutivos expressaram significativa sazonalidade para a estação seca, porém ocorreu a substituição das espécies em floração ao longo do tempo, mecanismo que pode ser interpretado como uma estratégia resultante de seleção, em função da condição simpátrica a que as plantas estão submetidas, o compartilhamento dos mesmos polinizadores e do parentesco filogenético das espécies, o que acarretou na construção dessa padrão ecológico que objetiva reduzir a ocorrência de competição e hibridização.

O desenvolvimento e maturação dos frutos ocorreram em seguida à floração, concomitante a redução na precipitação e elevação da temperatura, o que favoreceu a dessecação dos frutos e consequente dispersão dos diásporos autocóricos (Janzen 1967). Este resultado corrobora o obtido por Neves et al. (2010) ao estudar a fenologia de espécies de *Jatropha*, gênero filogeneticamente relacionado à *Manihot* (Duputié et al. 2011).

REFERÊNCIAS

- Allem, A.C. 1989. Four new species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 49(3):649–662.
- Allem, A.C. 2001. Three infraspecific taxa of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Brazilian Neotropics. *Novon* 11(2): 157–165.
- Augspurger, C.K. 1983. Phenology, flowering synchrony, and fruit set of six neotropical shrubs. *Biotropica* 15:257-267.
- Beck, C. S. C. & Morellato, L. P. C. 2002a. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica* 25(3): 269-275.
- Bencke, C.S.C. 2005. Estudo da fenologia de espécies arbóreas em uma Floresta Semidecídua no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. Tese de Doutorado. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BIONDI, D. et al. 2007. Fenologia do florescimento e frutificação de espécies nativas dos Campos. *Acta Sci. Biol. Sci.* Maringá, 29(3): 269-276.
- Borchert, R. 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology* 75:1437-1449.
- Borchert, R. & Rivera, G. 2001. Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem succulent trees. *Tree Physiology* 21:213-221.
- Bulhão, C. F.; Figueiredo, P. S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 25, p. 361-369, 2002.
- Chapotin, S.M., Razanameharizaka, J.H. & Holbrook, M. 2006. Baobab trees (*Adansonia*) in Madagascar use stored water to flush new leaves but not to support stomatal opening before the rain season. *New Phytologist* 169:549-559.
- Costa, I.R.; Araújo, F.S. & Lima-Verde, L.W. 2004. Flora e aspectos autoecológicos de um enclave de cerrado na chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18: 759-770.
- Cordeiro, I., Secco, R., Silva, M. J. da, Sodré, R. C. & Martins, M. L. L. 2013. *Manihot*. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB017591>> Acesso em 20.11.2017.
- Deus, F. F. 2014. Efeitos da Sucessão sobre a Composição florística e Biologia da Polinização de uma Comunidade Vegetal do Cerrado, Uberlândia, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. 75 p.
- Duputié, A., Salick, J. & McKey, D. 2011. Evolutionary biogeography of *Manihot* (Euphorbiaceae), a rapidly radiating Neotropical genus restricted to dry environments. *Journal of Biogeography*. 1:1–11.

- Fægri, K. & van der Pijl, L. 1979. Principles of pollination ecology. 3 ed. London, Pergamon Press. 291 p.
- Fournier, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24(4): 422-423.
- Frankie, G.W.; Baker, H. & Opler, P. A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62 (3): 881-919.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso: 09 fev. de 2018.
- Janzen, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution*, 21: 620-637.
- Junior, D. A. De O.; Silva, R. A. Da; Araújo, L. L. Dos S.; Júnior, R. J. Dos S.; Arnaud, A. F. 2008. Caracterização fenológica das plantas apícolas herbáceas e arbustivas na Microregião de Catolé do Rocha – PB – Brasil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. Mossoró – RN, 03(04): 86-99.
- Köppen, W. 1948. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica. 474 p.
- Larcher, W. Ecologia vegetal. São Carlos: Rima, 2006. 531 p.
- Liebsch, D. & Mikich, S.B. 2009. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira Botânica* 32:375-391.
- Lima, A. L. A. 2007. Fenologia do componente lenhoso de uma área de Caatinga no sertão de Pernambuco; 2007; Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 68 p.
- Lima, A. L. A. ; Rodal, M. J. N. 2010. Phenology and wood density of plants growing in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments* , 74:, p. 1363-1373.
- Martins, M. L. L., P. C. L. Carvalho, and A. M. A. Amorim. 2011. A remarkable *Manihot* (Euphorbiaceae) from the coastal sand plains of Sergipe, Brazil. *Phytotaxa* 32: 57–60.
- Martins M. L. L. 2013. Avanços taxonômicos em *Manihot* Mill. para o Brasil. Dissertation, Universidade Estadual de Feira de Santana. 63-74
- Morellato, L.P.C., Rodrigues, R.R., Leitão-Filho, H.F. & Joly, C.A. 1989. Estudo fenológico comparativo de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 12:85-98.
- Morellato, L.P.C. 1995. As estações do ano na floresta. In: H.F. Leitão Filho & L.P.C. Morellato (eds.). Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra. Campinas, Ed. da UNICAMP. 37-41.
- Morellato, L.P.C., Romera, E.C., Talora, D.C., Takahashi, A., Bencke, C.C. & Zipparro,

- V.B. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32:811-823.
- Nassar, N.M.A., Hashimoto, D.Y.C. & Fernandes, S.D.C. 2008. Wild *Manihot* species: botanical aspects, geographic distribution and economic value. *Genetics and Molecular Research*. 7 (1): 16-28.
- Neter, J., Wasserman, W. & Kutner, M, H. 1985. Applied linear statistical models. Richard. D. Irwin, Inc., Homewood. 1127 p.
- Newstrom, L.E.; Frankie, G.W. & Baker, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26(2): 141-159.
- Neves, E. L.; Funch, L.S. and Viana, B.F..Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. *Rev. bras. Bot.* 33(1) 155-166.
- Pezzini FF (2008) Fenologia e características reprodutivas em comunidades arbóreas de três estágios sucessionais em Floresta Estacional Decidual do norte de Minas Gerais. Master dissertation, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 128 p.
- Rathcke, B. & Lacey, E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 179–214.
- Rodrigues, M. G. F. et al. 2009. Solos suas relações com as paisagens no município de Cruz das Almas - BA. *Revista de biologia e ciências da terra*, 9(2)
- Rogers, D.J., Appan, S.G. 1973. *Manihot* and *Manihotoides* (Euphorbiaceae): A Computer Assisted Study. *Flora Neotropica (Monograph No. 13)*. Hafner Press, New York. 272 p.
- Santos, M.S.T. & Coelho-Filho, M. & Coelho, E. (2016). Boletim meteorológico da estação convencional de Cruz das Almas, BA: variabilidade e tendências climáticas. 77 p.
- Silva, J.O. (2014). Variação na diversidade de insetos e herbivoria entre grupos fenológicos de uma floresta tropical seca. Tese (Doutorado em Ecologia) – Distrito Federal – BR, Universidade de Brasília – UB, 141.
- Souza DN, Camacho RGV, Melo JIM, Rocha LNG, Silva NF. 2014. Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Biotemas*; 27(2): 31-42.
- Williams-Linera, G. & Meave, J.A. 2002. Patrones fenológicos de bosque lluvioso neotropical de bajura. In *Ecología de bosques lluviosos Neotropicales* (M. Guariguata & G. Kattan, eds.). Libro Universitario Regional, Costa Rica, 407-431.
- Tannus, J.L.S.; Assis, M.A. & Morellato, L.P. 2006. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina-SP. *Biota Neotropica* 6(3)

Vitorio LAP (2013) Densidade da madeira de espécies da Caatinga. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual da Paraíba. 20 p.

Zar, J.H. 1999. Biostatistical analysis. 4^aed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 663p.

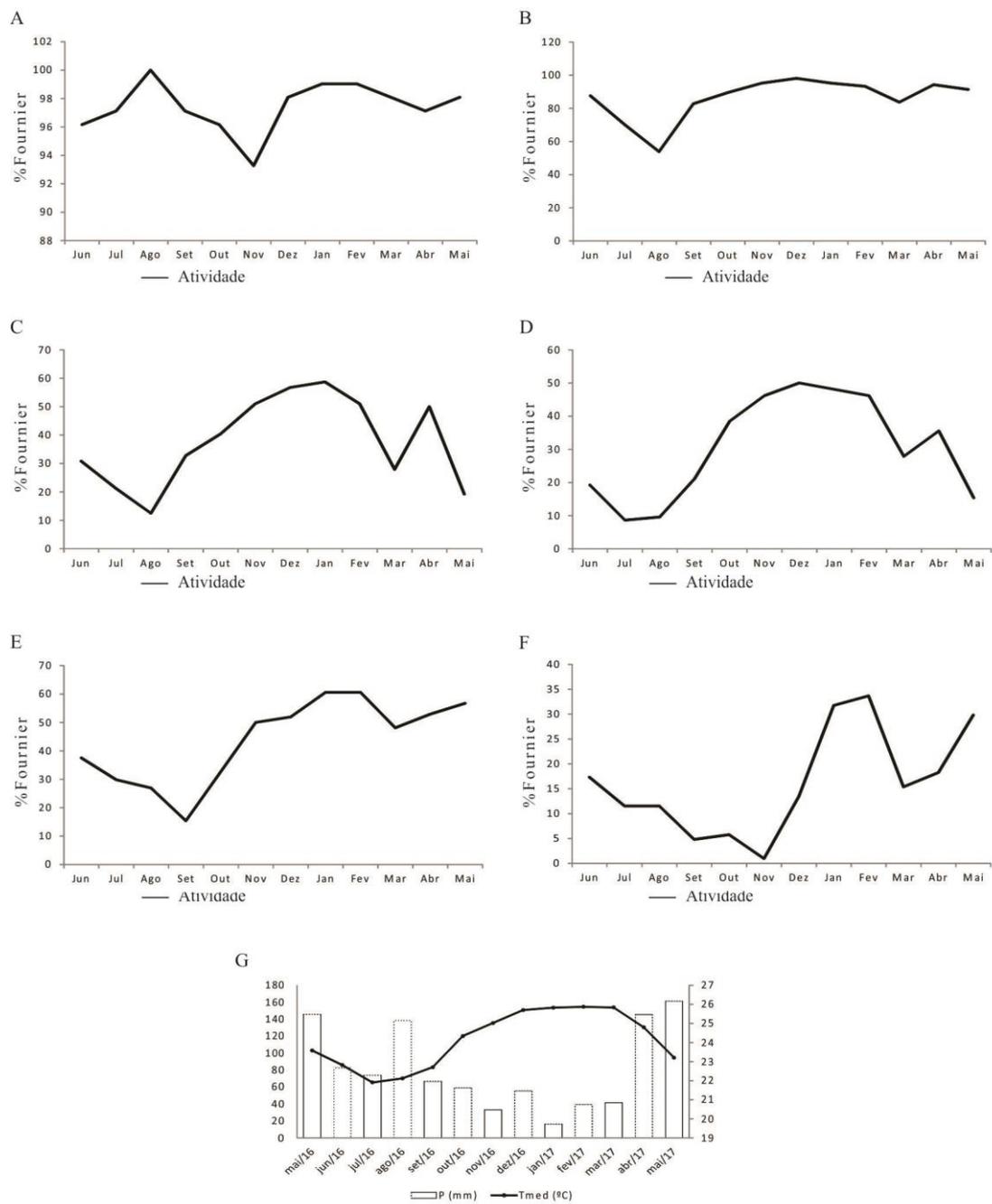


Figura 4. Espécies de *Manihot* cultivadas em campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia no período de junho de 2016 a maio de 2017. A. Queda, B. Brotamento, C. Botão, D. Antese, E. Fruto imaturo, F. Fruto maduro, G. Dados meteorológicos de Cruz das Almas (jun. 2016 a mai. 2017).

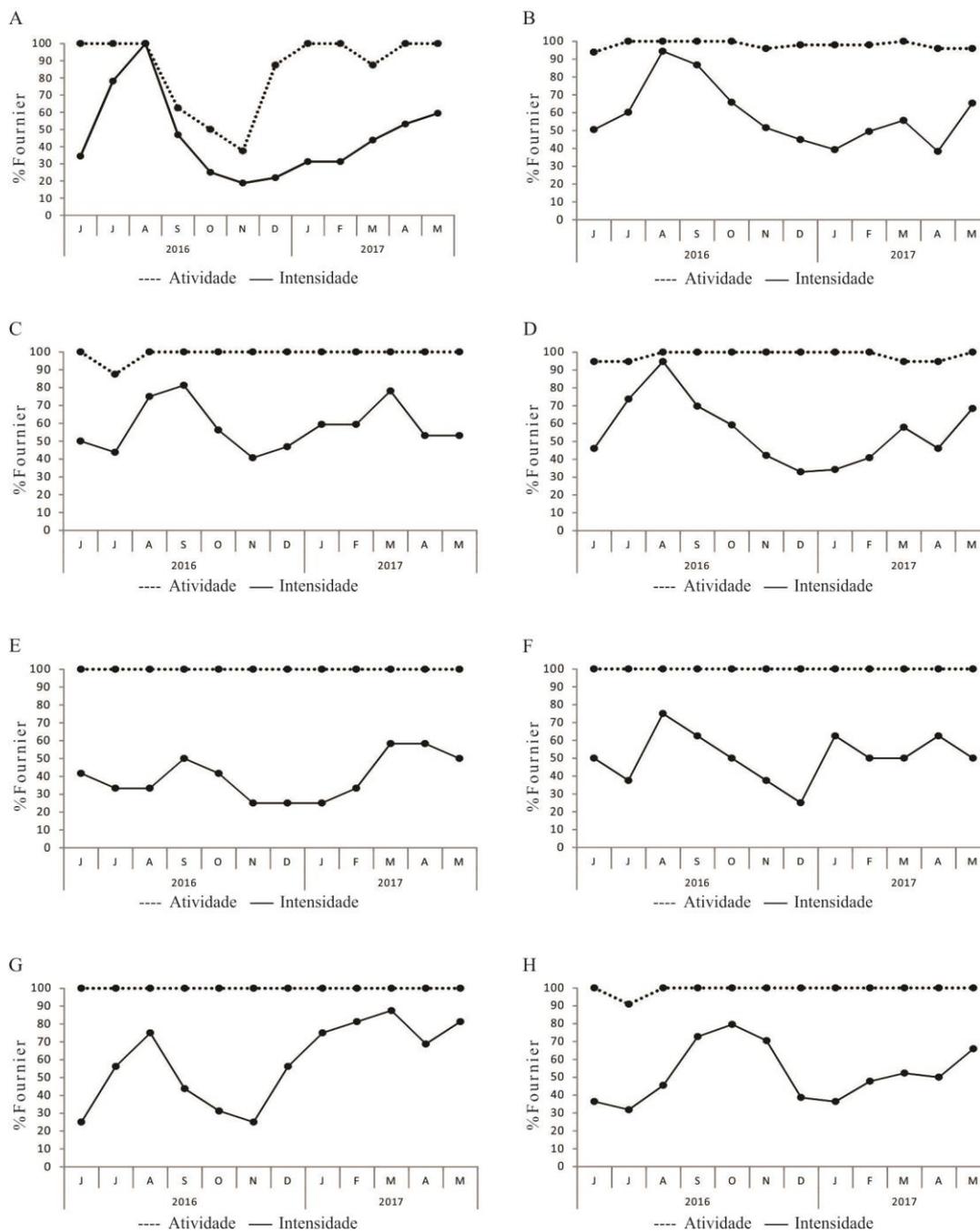


Figura 5. Porcentual de atividade e intensidade para a fenofase “queda foliar” de espécies de *Manihot* cultivadas em campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia no período de junho de 2016 a maio de 2017. A. *Manihot caerulea* Pohl, B. *Manihot carthagenensis* Müll.Arg., C. *Manihot dichotoma* Ule, D. *Manihot elongata* P. Carvalho & M. Martins, E. *Manihot longiracemosa* P. Carvalho & M. Martins, F. *Manihot pohlii* Wawra, G. *Manihot quinquefolia* Pohl, H. Mandioca de sete anos.

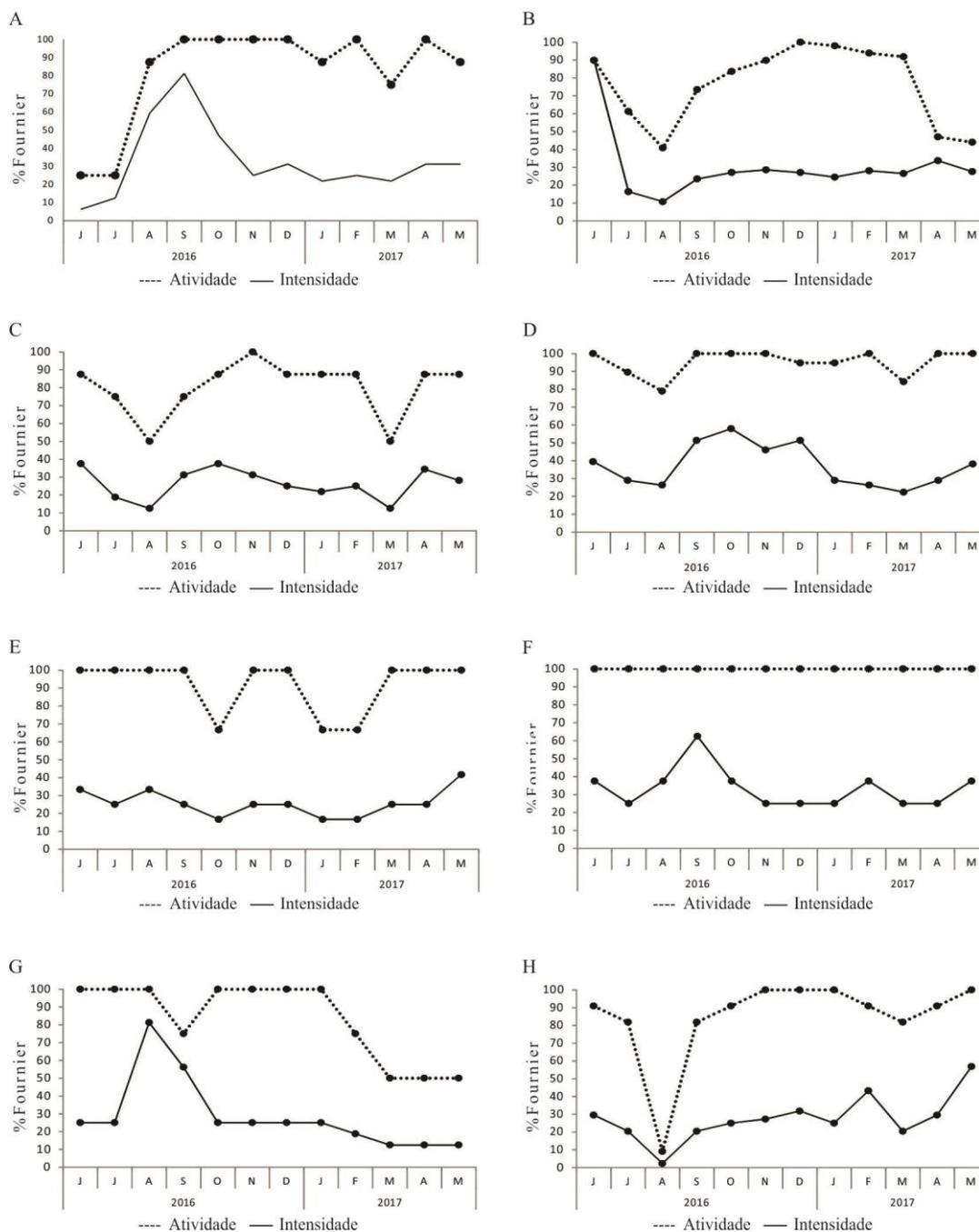


Figura 6. Porcentual de atividade e intensidade para a fenofase “brotamento foliar” de espécies de *Manihot* cultivadas em campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia no período de junho de 2016 a maio de 2017. A. *Manihot caerulescens* Pohl, B. *Manihot carthagenensis* Müll.Arg., C. *Manihot dichotoma* Ule, D. *Manihot elongata* P. Carvalho & M. Martins, E. *Manihot longiracemosa* P. Carvalho & M. Martins, F. *Manihot pohlii* Wawra, G. *Manihot quinquefolia* Pohl, H. Mandioca de sete anos.

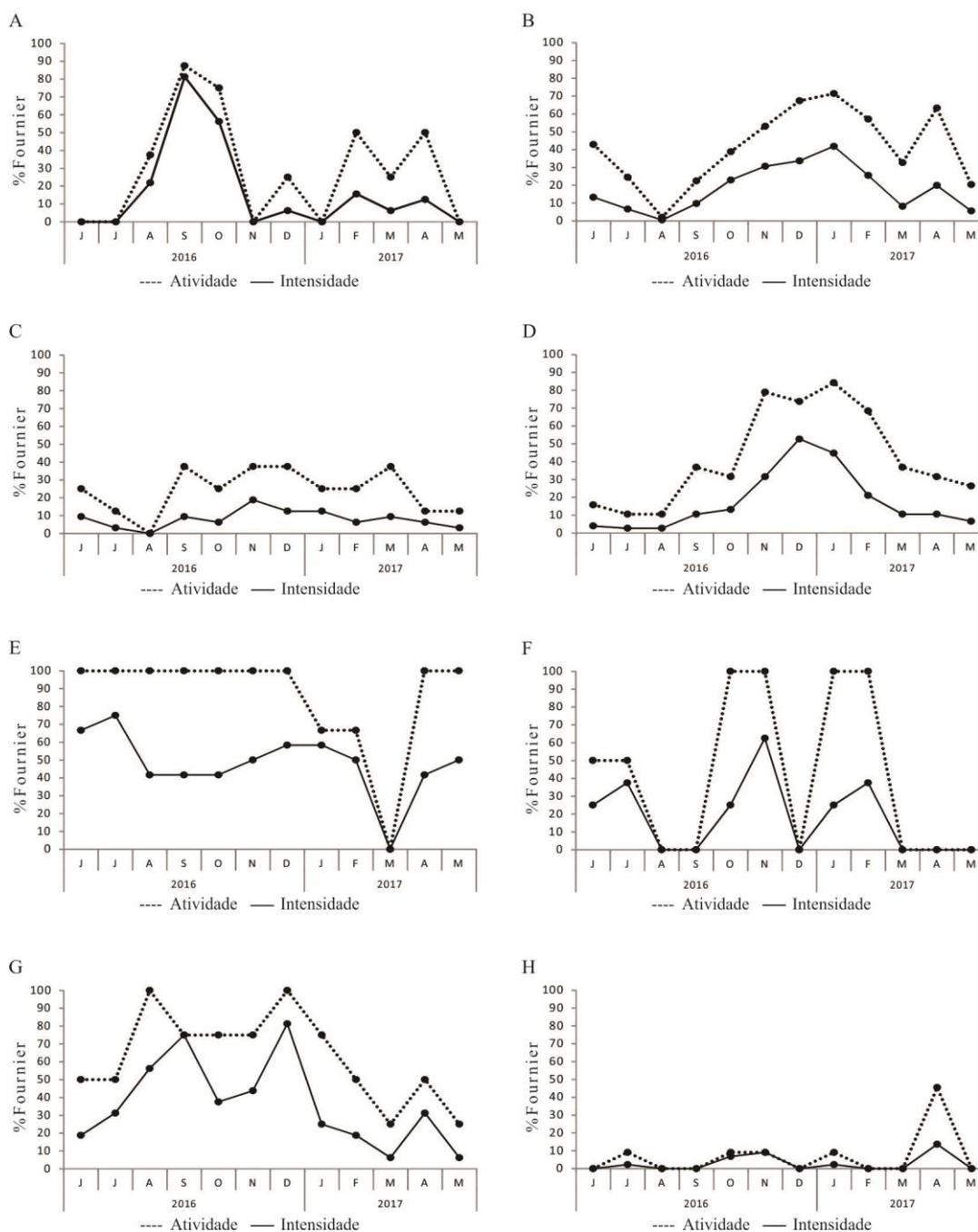


Figura 7. Porcentual de atividade e intensidade para a fenofase “botão” de espécies de *Manihot* cultivadas em campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia no período de junho de 2016 a maio de 2017. A. *Manihot caerulescens* Pohl, B. *Manihot carthagenensis* Müll.Arg., C. *Manihot dichotoma* Ule, D. *Manihot elongata* P. Carvalho & M. Martins, E. *Manihot longiracemosa* P. Carvalho & M. Martins, F. *Manihot pohlii* Wawra, G. *Manihot quinquefolia* Pohl, H. Mandioca de sete anos.

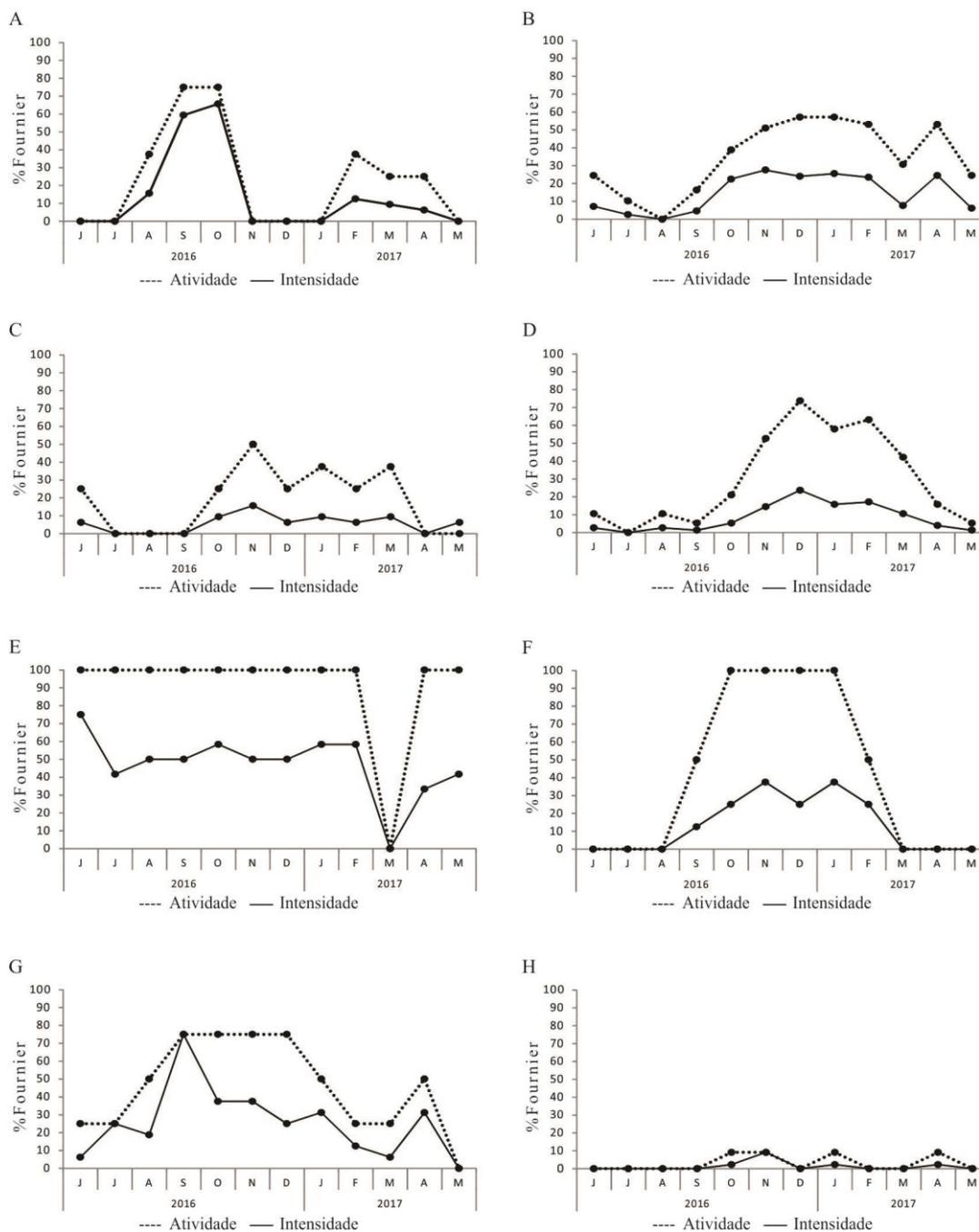


Figura 8. Porcentual de atividade e intensidade para a fenofase “antese” de espécies de *Manihot* cultivadas em campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia no período de junho de 2016 a maio de 2017. A. *Manihot caerulescens* Pohl, B. *Manihot carthagenensis* Müll.Arg., C. *Manihot dichotoma* Ule, D. *Manihot elongata* P. Carvalho & M. Martins, E. *Manihot longiracemosa* P. Carvalho & M. Martins, F. *Manihot pohlii* Wawra, G. *Manihot quinquefolia* Pohl, H. Mandioca de sete anos.

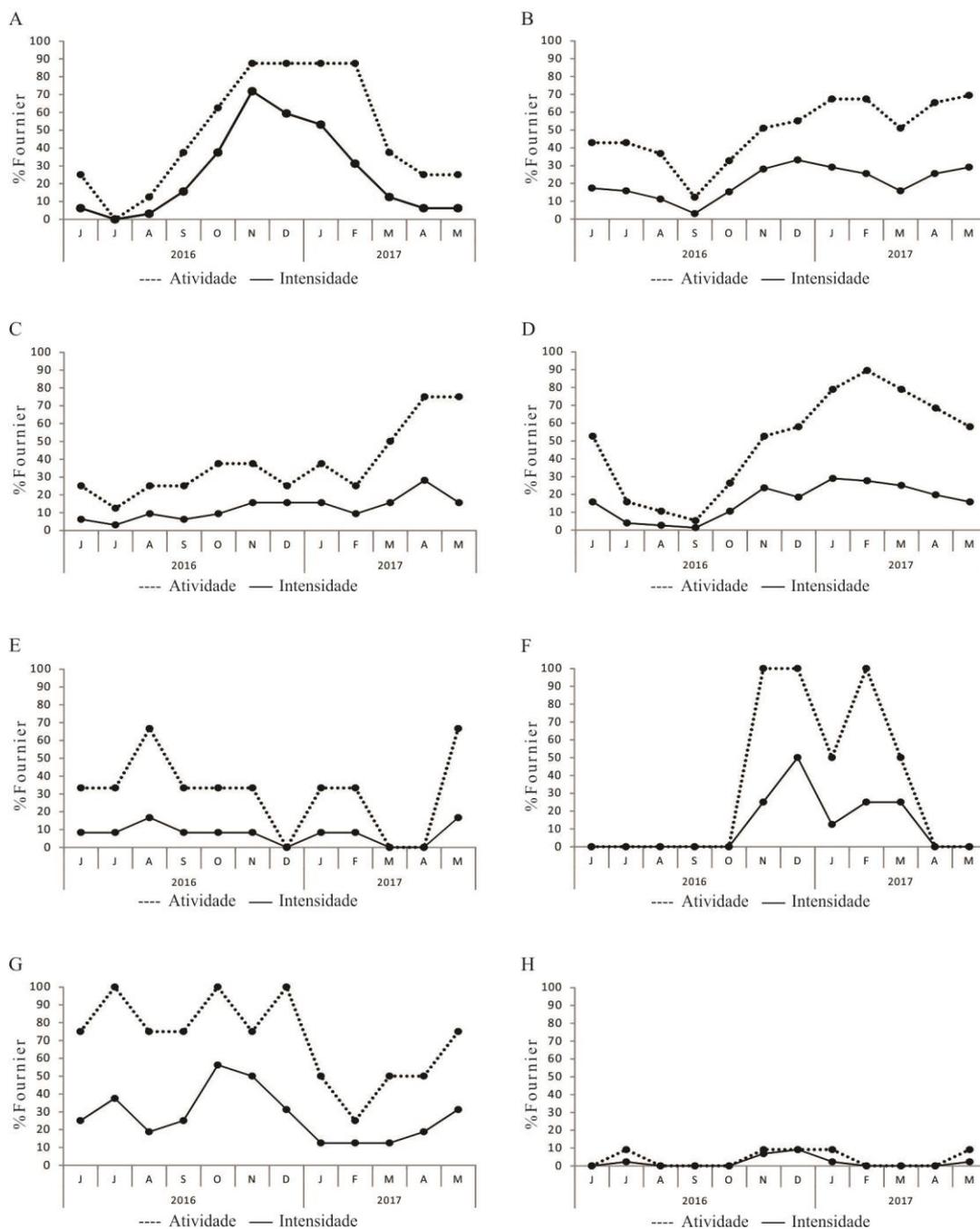


Figura 9. Porcentual de atividade e intensidade para a fenofase “Fruto imaturo” de espécies de *Manihot* cultivadas em campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia no período de junho de 2016 a maio de 2017. A. *Manihot caeruleascens* Pohl, B. *Manihot carthagenensis* Müll.Arg., C. *Manihot dichotoma* Ule, D. *Manihot elongata* P. Carvalho & M. Martins, E. *Manihot longiracemosa* P. Carvalho & M. Martins, F. *Manihot pohlii* Wawra, G. *Manihot quinquefolia* Pohl, H. Mandioca de sete anos.

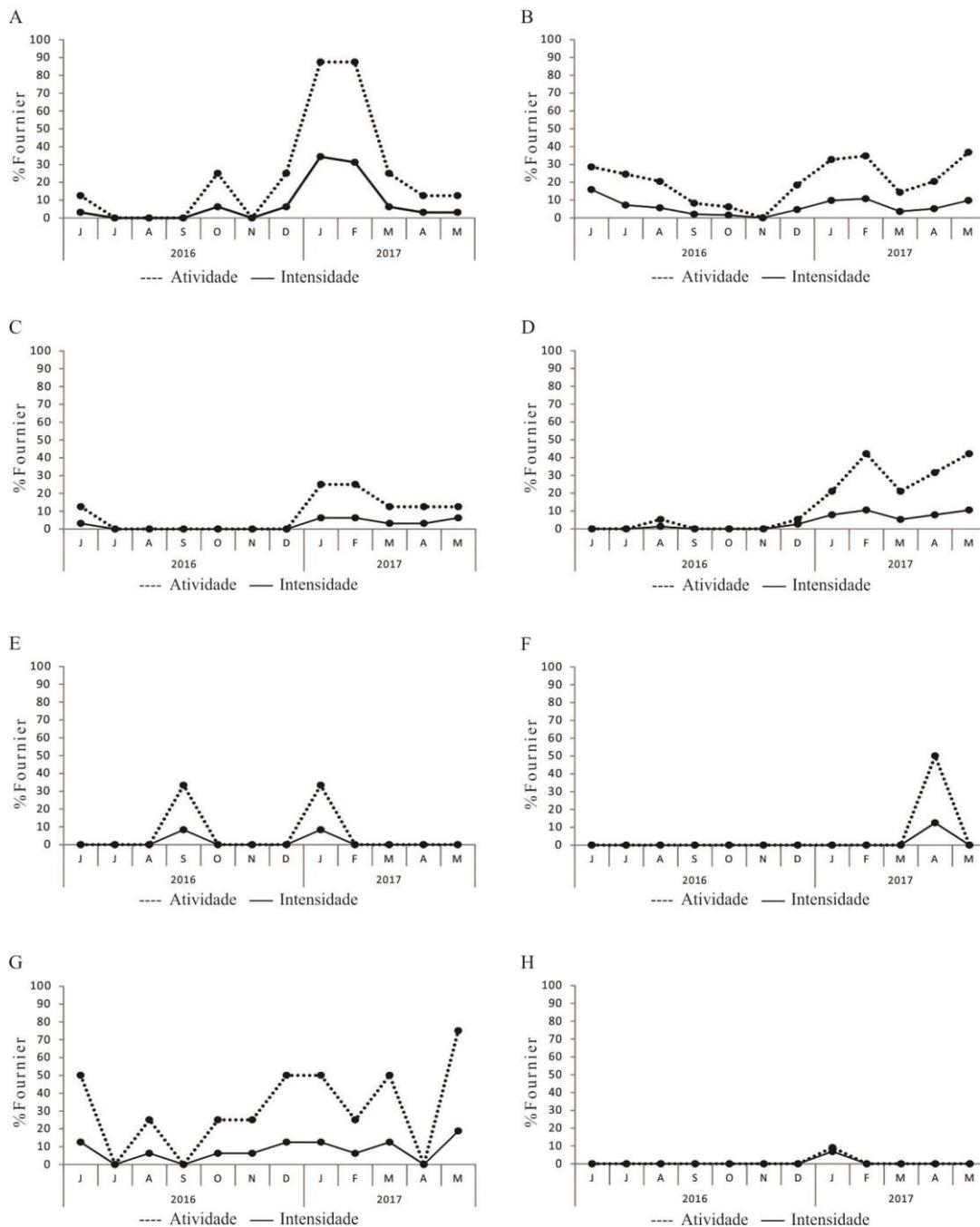


Figura 10. Porcentual de atividade e intensidade para a fenofase “Fruto maduro” de espécies de *Manihot* cultivadas em campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia no período de junho de 2016 a maio de 2017. A. *Manihot caerulea* Pohl, B. *Manihot carthagenensis* Müll.Arg., C. *Manihot dichotoma* Ule, D. *Manihot elongata* P. Carvalho & M. Martins, E. *Manihot longiracemosa* P. Carvalho & M. Martins, F. *Manihot pohlii* Wawra, G. *Manihot quinquefolia* Pohl, H. Mandioca de sete anos.

Tabela 2. Sazonalidade de espécies de Manihot, cultivada no campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Brasil (jun. 2016 a jul. 2017).

		Queda	Brotamen to	Botão	Antese	Fruto imaturo	Fruto maduro
M. caerulescens	Número de observações	82	79	28	22	46	23
	Vetor médio (μ)	117,626	349,235	285,823	270	355,253	32,676
	Grupo médio	abril	dezembro	outubro	setembro	dezembro	fevereiro
	Comprimento do vetor (r)	0,134	0,15	0,247	0,355	0,445	0,666
	Teste de Rayleigh (Z)	1,462	1,781	1,705	2,777	9,089	10,201
M. carthaginens	Teste de Rayleigh (p)	0,232	0,168	0,183	0,061	0,0000761	0,000107
	Número de observações	576	494	243	204	291	120
	Vetor médio (μ)	282,808	41,212	23,433	20,601	66,822	108,245
	Grupo médio	outubro	fevereiro	janeiro	janeiro	março	abril
	Comprimento do vetor (r)	0,006	0,113	0,283	0,346	0,198	0,263
M. dichotoma	Teste de Rayleigh (Z)	0,022	6,266	19,475	24,37	11,394	8,319
	Teste de Rayleigh (p)	0,978	0,002	3,48E-09	2,61E-11	0,0000113	0,000244
	Número de observações	95	77	23	18	36	8
	Vetor médio (μ)	15	355,484	349,107	2,228	93,435	70,893
	Grupo médio	janeiro	dezembro	dezembro	janeiro	abril	março
M. elongata	Comprimento do vetor (r)	0,011	0,043	0,225	0,474	0,21	0,646
	Teste de Rayleigh (Z)	0,011	0,144	1,162	4,05	1,591	3,341
	Teste de Rayleigh (p)	0,989	0,866	0,316	0,015	0,205	0,03
	Número de observações	224	217	96	68	113	322
	Vetor médio (μ)	315	12,324	2,179	9,399	55,862	80,279
M. longiracemo	Grupo médio	novembro	janeiro	janeiro	janeiro	fevereiro	março
	Comprimento do vetor (r)	0,012	0,01	0,411	0,569	0,383	0,675
	Teste de Rayleigh (Z)	0,034	0,021	16,232	21,997	16,573	14,573
	Teste de Rayleigh (p)	0,966	0,979	8,92E-08	2,8E-10	6,34E-08	1,13E-07
	Número de observações	36	33	31	33	11	2
M. polli	Vetor médio (μ)	231,71	180	237,626	255	215,104	315
	Grupo médio	agosto	junho	agosto	setembro	agosto	novembro
	Comprimento do vetor (r)	0	0,059	0,149	0,092	0,268	0,506
	Teste de Rayleigh (Z)	---	0,116	0,691	0,279	0,787	0,512
	Teste de Rayleigh (p)	---	0,892	0,505	0,759	0,465	0,663
M. quinquefolia	Número de observações	24	24	10	10	8	1
	Vetor médio (μ)	143,13	143,13	337,089	330	6,738	105
	Grupo médio	maio	maio	dezembro	novembro	janeiro	abril
	Comprimento do vetor (r)	0	0	0,367	0,729	0,762	1
	Teste de Rayleigh (Z)	---	---	1,35	5,318	4,645	1
M. sete anos	Teste de Rayleigh (p)	---	---	0,265	0,003	0,006	0,512
	Número de observações	48	40	30	22	34	15
	Vetor médio (μ)	225	280,893	293,794	304,107	247,369	65,935
	Grupo médio	agosto	outubro	outubro	novembro	setembro	março
	Comprimento do vetor (r)	0	0,129	0,221	0,332	0,164	0,214
Mandioca de sete anos	Teste de Rayleigh (Z)	---	0,668	1,459	2,43	0,915	0,687
	Teste de Rayleigh (p)	---	0,515	0,234	0,087	0,404	0,511
	Número de observações	131	112	9	4	5	1
	Vetor médio (μ)	15	35,567	95,935	345	345	15
	Grupo médio	janeiro	fevereiro	abril	dezembro	dezembro	janeiro
Comprimento do vetor (r)	0,008	0,103	0,357	0,438	0,202	1	
Teste de Rayleigh (Z)	0,008	1,184	1,145	0,767	0,205	1	
Teste de Rayleigh (p)	0,992	0,306	0,238	0,495	0,83	0,512	