



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Curso de Graduação em Engenharia Florestal

**Marcelo Kleiton Alves Rodrigues
Matheus Coelho Prazeres**

**Avaliação fenológica de três espécies frutíferas
em campo experimental da Embrapa Amazônia
Oriental**

Belém - PA
2019

Marcelo Kleiton Alves Rodrigues
Matheus Coelho Prazeres

**Avaliação fenológica de três espécies frutíferas em campo experimental da
Embrapa Amazônia Oriental**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do título Bacharel em Graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará.

Orientação: Profa. Msc. Eunice Gonçalves Macedo

Coorientação: Dra. Márcia Motta Maués.

Marcelo Kleiton Alves Rodrigues
Matheus Coelho Prazeres

**Avaliação fenológica de três espécies frutíferas em campo experimental da
Embrapa Amazônia Oriental**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do título Bacharel em Graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará.

Orientação: Profa. Msc. Eunice Gonçalves Macedo

Coorientação: Dra. Márcia Motta Maués.

Data de aprovação:

10/12/2019

Banca examinadora:

Coorientação: Dra. Márcia Motta Maués

Doutora em Ecologia
Embrapa Amazônia Oriental

Membro da Banca Examinadora Msc. Henriqueta da Conceição Brito Nunes

Mestre em Agronomia - Biologia Vegetal Tropical
Universidade do Estado do Pará

Membro da Banca Examinadora Msc: Gabriele Nascimento Furtado

Mestranda em Ciências ambientais
Universidade do Estado do Pará

Dedicamos a Deus,
nossos familiares,
professores e amigos e ao
nosso grandioso
Estado do
Pará. Muito obrigado!

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida

Aos meus pais, Maria Lúcia Alves da Silva e Olival Tenório Rodrigues Aos meus irmãos por todo amor e carinho.

Aos meus tios, Constantina Conceição Almeida de Souza e Paulo Sérgio da Silva Lopes por todo apoio e carinho durante todo esse período de minha vida.

A Embrapa Amazônia Oriental por me possibilitar realizar pesquisas e a elaboração deste trabalho

A minha Coordenadora Dra. Márcia Motta Maués pela oportunidade e todos os ensinamentos ao longo desses anos.

A minha Orientadora Eunice Gonçalves Macêdo pelo empenho e paciência em orientar o presente trabalho.

Aos professores, Henriqueta da Conceição Brito Nunes e Fernanda da Silva Mendes, por participarem de minha formação acadêmica.

Ao Projeto POLINET pela concessão da bolsa.

Aos funcionários e amigos do Laboratório de Entomologia pelo companheirismo e o compartilhamento de aprendizado, em especial ao Francisco Frota, Wilson, Christiane, Seu Waldenor, Seu Marcos e ao amigo Leandro.

À universidade do Estado do Pará (UEPA), por fornecer todos os auxílios necessário para concluir mais uma etapa de vida.

Aos meus amigos de sala, pelo companheirismo, o compartilhamento de informações, auxílio e apoio, especialmente a Débora Larissa, Karoline Kauane, Jeisiane Brenda, Valéria Lima, Tibison Rocha e Ricardo Melo.

A minha dupla de TCC, Matheus Coelho Prazeres, pela parceria, paciência, aprendizado e empenho durante essa jornada.

A todos, muito obrigado.

Marcelo Rodrigues

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à Deus que tem me possibilitado o dom da vida, e por cuidar e me guiar nesta caminhada terrena.

Gostaria de fazer um agradecimento especial aos meus pais, por todas as aulas sobre a vida. A minha irmã quero agradecer e te encorajar que o estudo de fato compensa.

Aos meus avós in memoriam Raul Coelho, Terezinha Coelho, Raimunda Prazeres, onde através de suas histórias aprendi que não devemos esquecer nunca de onde viemos e aos meus tios e familiares por todo apoio incondicional nesta trajetória.

À Universidade do Estado do Pará, Direção, coordenação, e funcionários em geral. Onde sempre fui tratado com muito carinho e respeito.

Agradeço a Embrapa por ter sido minha grande escola profissional. Aos funcionários do laboratório de frutíferas e entomologia.

À Dr^a Márcia Motta Maués minha coorientadora, obrigado pelas oportunidades ensinamentos, A minha orientadora Professora Eunice Macêdo, pela paciência, atenção e ensinamentos. A todos os professores do curso de engenharia florestal, cada um foi responsável pelo meu desenvolvimento profissional.

Aos professores, Henriqueta da Conceição Brito Nunes e Fernanda da Silva Mendes pela participação na banca examinadora e amizade nos cinco anos de curso.

Aos meus amigos Tibison, Nathalia, Chico, Paulo e Rafael, obrigado pela amizade de vocês e a todos colegas da universidade obrigado a cada um. Ao parceiro de TCC e grande amigo Marcelo, obrigado pela irmandade e aprendizado que tive contigo, sucesso na vida.

*“Eu sou brasileiro, brasileiro da Amazônia,
brasileiro sonhador, Sou brasileiro do Pará
tenho o tempero, de Belém eu tenho o cheiro
Sou norte com muito amor”.*

(Edilson Moreno)

RESUMO

RODRIGUES, M. K. A.; PRAZERES, M. C. Avaliação fenológica de três espécies frutíferas em campo experimental da Embrapa Amazônia Oriental. (71 páginas) Trabalho de Conclusão de Curso II (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade do Estado do Pará, Belém/PA, 2019.

No Brasil, as espécies frutíferas nativas destacam-se por apresentar uma grande diversidade e com potencial socioeconômico. No entanto, os estudos necessários para o suporte à domesticação são incipientes. Nesse sentido, entender os ciclos biológicos das plantas é de extrema complexidade e a fenologia vem contribuindo para a compreensão dos padrões de ocorrência e duração dos eventos reprodutivos e vegetativos. Mediante a isso, o objetivo deste trabalho é caracterizar os padrões fenológicos de floração, frutificação e mudança foliar de três espécies frutíferas no Banco ativo de germoplasma (BAG) da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém/PA. Os levantamentos ocorriam a cada quinzena nas fenofase reprodutivas (botão, flor e frutos) e vegetativas (folha nova, madura e desfolha parcial). Os dados foram interpretados através da análise fenológica qualitativa ou índice de atividade e análise estatística circular, correlacionando-os com as variáveis ambientais (precipitação e temperatura). O açaí apresentou maior frequência de floração em março e abril. A frutificação foi expressiva o ano todo, com maiores frequências nos períodos de transição entre a época chuvosa à estiagem (junho a novembro). No camu-camu, a floração foi expressiva nos meses de dezembro e fevereiro. A frutificação foi máxima em três meses, fevereiro a abril (2018). No abricó, A floração apresentou dois picos de atividade, o primeiro de setembro a dezembro com 77,5 a 97,5% de flores abertas e o segundo no mês de fevereiro (87,5%) nos meses chuvosos e na estiagem. A frutificação foi observada durante todo período de avaliação. A análise estatística para todas as espécies mostrou uma sazonalidade significativa e sincronia variando de pouco ou baixa sincronia a alta sincronia em grande parte das fenofase reprodutivas e vegetativas.

Palavras-chave: Biologia floral, Fenofases, Pluviosidade.

ABSTRACT

RODRIGUES, M. K. A.; PRAZERES, M. C. Phenological evaluation of three fruit species in an experimental field of Embrapa Eastern Amazon. (71 pages) Course Conclusion Paper II. State University of Pará, Belém / PA, 2019.

In Brazil, native fruit species stand out for their great diversity and socioeconomic potential. However, the studies needed to support domestication care incipient. In this sense, understanding the biological cycles of plants is extremely complex and phenology has contributed to the understanding of the patterns of occurrence and duration of reproductive and vegetative events. Therefore, the objective of this work is to characterize the phenological patterns of flowering, fruiting and leaf change of three fruit species in Active Germplasm Bank (ABG) at the Embrapa Eastern Amazon, in Belém / PA. The surveys occurred every other fifteen days in the reproductive (bud, flower and fruit) and vegetative (young, mature and partial defoliation) phenophases. Data were interpreted through qualitative phenological analysis or activity index and circular statistical analysis, correlating them with environmental variables (precipitation and temperature). The açaí fruit presented higher flowering frequency in March and April. Fruiting was significant throughout the year, with higher frequencies in the transition periods between the rainy season and the dry season (June to November). In camu-camu, flowering was expressive in December and February. Fruiting was maximum in three months, from February to April (2018). In apricot, flowering showed two peaks of activity, the first one from September to December with 77.5 to 97.5% of open flowers and the second one in February (87.5%) in rainy months and drought. Fruiting was observed throughout the evaluation period. Statistical analysis for all species showed significant seasonality and synchrony ranging from little or low to high synchrony in most reproductive and vegetative phenophases.

Keywords: Floral biology, Phenophases, Rainfall.

LISTA DE FIGURA

- Figura 1:** Prancha da espécie e eventos da fenologia da *Euterpe oleracea* M. (açai),
- Figura 2:** Prancha da espécie e eventos da fenologia da *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh L. (camu- camu),
- Figura 3:** Prancha da espécie e eventos da fenologia *Mammea americana* L. (Abricó)
- Figura 4:** Localização geográfica do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) e Coleções de espécies frutíferas na Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.
- Figura 5:** Temperatura Média mensal, temperaturas máxima e mínima (°C) e precipitação acumulada (mm) durante o período de estudo (2017 - 2019) na Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.
- Figura 6:** Histograma circular fenológico da *Euterpe oleracea* Mart. (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA: Fenofase de floração
- Figura 7:** Histograma circular fenológico da *Euterpe oleracea* Mart. (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA: Fenofase de frutificação
- Figura 8:** Histograma circular fenológico da *Euterpe oleracea* Mart. (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA: Fenofase de mudança foliar
- Figura 9.** Histograma circular fenológico da *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. Fenofase de floração.
- Figura 10.** Histograma circular fenológico da *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. Fenofase de frutificação.
- Figura 11.** Histograma circular fenológico da *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. Fenofase de mudança foliar.
- Figura 12:** Histograma circular fenológico da *Mammea americana* L. (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. Fenofase de floração.

Figura 13: Histograma circular fenológico da *Mammea americana* L. (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. Fenofase de frutificação.

Figura 14: Histograma circular fenológico da *Mammea americana* L. (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. Fenofase de mudança foliar.

Figura 15: Ilustração das fenofases reprodutivas (botão, flor e fruto) e vegetativas (folha nova, folha madura e desfolha parcial) no ano, realizado na Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Acessos do banco germoplasma, consórcio açaí/bacaba/cupuaçu e coleção do abricoteiro

Tabela 2: Análise estatística circular de três espécies frutíferas na Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pa

Tabela 3: Sincronicidade das três espécies frutíferas nos períodos chuvosos e seco, dados em percentuais, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

Tabela 4: Correlação de Pearson das fenofases reprodutivas e vegetativa do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) e abricó (*Mammea americana* L.), com as variáveis ambientais precipitação e temperatura, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

LISTA DE SIGLAS

AF - Climático equatorial ou tropical úmido
BAG - Banco Ativo Germoplasma
BFL - Botão floral/espata floral;
CPATU - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido
DA - Desvio angular
DEP - Desfolha parcial
DIS - Disseminação frutos/sementes
DPT - Desfolha total
FLO - Floração;
FON - Folha nova;
FOM - Folha madura;
FRM - Fruto maduro;
FRV - Fruto verde;
IA - Índice de Atividade
LAB FRUTI - Laboratório de Frutíferas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Fenologia	17
3.2 Características gerais das espécies	17
3.2.1 <i>Euterpe Oleracea</i> Mart.....	17
3.2.2 <i>Myrciaria dubia</i> (Kunth) McVaugh	20
3.2.3 <i>Mammea americana</i> L.	23
3.3 Fatores abióticos e sua influência nos aspectos da fenologia.....	25
4. MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 Local de estudo	27
4.2 Descrição da área experimental	28
4.3 Espécies, seleção e procedência do Material	28
4.4 Registros dos dados fenológicos	29
4.5 Estatística Circular.....	29
4.5.1 Índices de Atividade (IA)	29
4.6 Dados climatológicos.....	29
4.7 Padrões fenológicos	30
5. RESULTADOS	30
5.1 <i>Euterpe oleracea</i> Mart.	30
5.2 <i>Myrciaria dubia</i> (Kunth) Mc Vaugh.....	33
5.3 <i>Mammea americana</i> L.....	36
5.4 Calendário fenológico ilustrativo	40
6. DISCUSSÃO	40
7. CONCLUSÃO	45
8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXOS 1	62
APÊNDICE 1	65
APÊNDICE 2	68

1. INTRODUÇÃO

A fenologia é o ramo da ecologia que investiga os eventos biológicos reprodutivos e vegetativos sob variação sazonal do vegetal, tendo os fatores ambientais como a sazonalidade e as variações climáticas, influência na duração e periodicidade das fenofases (REIS et al., 2012; TONINI, 2015). Em espécies tropicais a irregularidades nos padrões fenológicos é justificada pela atuação da sazonalidade climática, dos fatores ambientais, diversidade de espécies, variabilidade genética e comportamento biológico (MARQUES; ROPER; SALVALAGGIO, 2004; WILLIAMS-LINERA; MEAVE, 2002).

Outro fator de influência trata-se da padronização dos dados que torna os estudos fenológicos de extrema complexidade quando de curto prazo, o que exige no mínimo dois anos de dados (NEWSTROM; FRANKIE; BAKER, 1994), sendo aplicados métodos de avaliação qualitativa (presença ou ausência das fenofases) ou índice de atividade e a semi - quantitativa, separados em escala de 0 a 4, com intervalos de 25% (BENCKE; MORELLATO, 2002).

No Brasil, as espécies frutíferas possuem destaque pela potencialidade econômica e contribuição nos serviços ecossistêmicos (ZANIRATO, 2010; ANDRADE NETO et al., 2011). Assim, a fruticultura torna-se expressiva entre as atividades agropecuárias do país, tendo área superior a dois milhões de hectares de cultivo, contribuindo com surgimento de empregos no campo, desenvolvimento de tecnologia agroindustrial, além de renda nos mercados interno e externo (MAPA, 2018).

Na região amazônica, a diversidade na flora e condições edafoclimáticas proporcionam capacidade para alta produção de frutos, onde importantes pesquisas são voltadas para domesticação de frutíferas nativas como açaí, camu - camu e o guaraná, além da introdução de outras espécies com potenciais promissores no mercado (CLEMENT; MÜLLER; FLORES 1982; CLEMENT, 1999). Dessa forma, os estudos em bancos ativos de germoplasma (BAGS), são essenciais para elaboração e desenvolvimento de programas de melhoramento, monitoramento ambiental e conservação (SANTOS et al., 2018).

Além disso, o uso do calendário fenológico atua como indicador para o conhecimento do melhor período de coleta de sementes, a previsão da época de maturação dos frutos e conseqüentemente a estimativa da safra, sendo uma ferramenta essencial para o agricultor (PEZZOPANE et al., 2003), pois serve

também como parâmetro que desenvolve e programa modelos de predição para o crescimento e eventos reprodutivos dos vegetais, com adaptabilidade em diferentes climas, tendo como implicação a carência de estudos para avaliações fenológicas a fim de compreender e implementar modelos adequados na interpretação das informações (BASLER, 2016).

Portanto, o trabalho tem como premissa, responder a três indagações: A) se a ocorrência dos eventos fenológicos estará distribuída ao longo do ano; B) verificar se existe alguma interação (positiva ou negativa) entre a ocorrência e duração dos eventos fenológicos com variáveis ambientais, como a precipitação pluviométrica, ou seja, se há sazonalidade na fenologia das espécies avaliadas; C) Qual a periodicidade de ocorrência e duração dos eventos fenológicos das espécies avaliadas ao longo do ano.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Caracterizar os padrões fenológicos da floração, frutificação e mudança foliar de três espécies frutíferas presentes na coleção e banco ativo de Germoplasma (BAGs) da Embrapa Amazônia Oriental- Belém/PA.

2.2 Objetivos Específicos

- Monitorar e descrever a fenologia reprodutiva e vegetativa de três espécies frutíferas;
- Caracterizar a época de ocorrência e duração das fases reprodutivas (floração e frutificação);
- Gerar histogramas com a estatística circular, verificando o índice de atividade (IA) dos eventos fenológicos das três espécies frutíferas;
- Desenvolver calendário fenológico descritivo e ilustrado.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Fenologia

A palavra fenologia é definida como o estudo dos eventos biológicos repetitivos, criada um século depois dos estudos de Linné, destacando a floração e a frutificação como os aspectos mais importantes das angiospermas, pois é o mecanismo de propagação e perpetuação das espécies (PIRES-O'BRIEN; O'BRIEN, 1995).

Para Câmara (2006) a fenologia refere-se ao estudo das diferentes fases do crescimento e desenvolvimento das plantas, tanto a vegetativa (germinação, emergência, crescimento da parte aérea e das raízes) como a reprodutiva (florescimento, frutificação e maturação), demarcando-lhes as épocas de ocorrência e as respectivas características. Ainda comenta o autor, que a fenologia de uma espécie cultivada constitui ferramenta eficaz de manejo que possibilita identificar, por meio da observação dos caracteres morfológicos da planta, o momento fisiológico ao qual se encontram associadas às necessidades do vegetal que, uma vez atendidas, possibilitarão seus desenvolvimentos normal e, conseqüentemente, bons rendimentos à cultura.

O estudo fenológico trata-se dos eventos sazonais (FORREST; MILLER-RUSHING, 2010), fornece informações sobre os fatores biológicos cíclicos das espécies no ambiente (D'EÇA-NEVES; MORELLATO, 2004). Tem como premissa analisar e avaliar o ritmo com a qual as fenofases de floração, frutificação e mudança foliares ocorrem, tendo um maior conhecimento do processo reprodutivo do vegetal (FISCH, 2000). Portanto, são essenciais para os estudos de aspectos fisiológicos e no melhoramento genético (FREITAS; SANTOS; OLIVEIRA, 2010).

A importância da fenologia está relacionada ao suporte oferecido aos estudos da biologia reprodutiva, na coleta de frutos e semente e dispersão, analisando, sobretudo a intensidade e frequência do evento fenológico e o sincronismo das espécies vegetais (SOUZA et al., 2014).

3.2 Características gerais das espécies

3.2.1 *Euterpe Oleracea* Mart.

A espécie *Euterpe oleracea* Mart. (Figura 1) pertence à família *Arecaceae* e gênero *Euterpe* (DO BRASIL, 2016). É conhecida popularmente pelo nome de “açai” (CAVALCANTE, 1991).

A área de ocorrência natural abrange países da América latina como Panamá, Colômbia, Trinidad, Venezuela, Guianas e o Brasil (SILVA; SOUZA; BERNI, 2005). No Brasil ocorrem nos estados do Pará, Maranhão, Amazonas e Amapá (HENDERSON; GALEANO, 1996).

Trata-se de uma palmeira nativa da região amazônica, com características fisiológicas de adaptabilidade em áreas de várzea e igapó, tendo maior frequência e densidade em condições edáficas de várzea (CALZAVARA, 1972; CAVALCANTE, 1991). Pode também ser cultivada em terra – firme, como a cultivar de açaí irrigado, BRS-Pará cuja produção dos frutos é de grande escala e menor ciclo de maturação dos frutos (OLIVEIRA; FARIAS NETO, 2004).

A produção do açaí no Brasil correspondeu a 219.885 toneladas, tendo valor de produção total R\$596,8 milhões (CONAB, 2019). A predominância do cultivo da palmeira ocorre principalmente no Estado do Pará, seja do extrativismo ou de plantios, o último perfazendo uma área de 213.201 há de área plantada (IBGE, 2018), com a comercialização de 60 mil toneladas por ano (TAVARES; HOMMA, 2015).

Já quanto os aspectos da morfologia reprodutiva, a inflorescência é protegida por dois tipos de brácteas, espatela e espata, de consistência cartáceo-coriácea. A emissão da inflorescência ocorre após a queda da espata, que apresenta um período de maturação de 59 dias em média, observando-se mudança na coloração do verde para amarelo-queimada e intumescimento, seguido da abertura e, conseqüentemente, exposição da inflorescência (OLIVEIRA, 2002a).

O açaí é uma espécie monoica, com flores masculinas e femininas na mesma panícula (ou cacho), onde as flores estão distribuídas em espiral nas ráquias (ramificações) formando tríades com duas flores masculinas para uma feminina. As flores são sésses, unissexuais, pequenas e a cor varia de vermelho a roxo (OLIVEIRA, 2002a). A polinização é cruzada, pois a espécie é auto incompatível e com ocorrência de protandria (NOGUEIRA, 1997; VENTURIERI, 2008).

O ciclo da floração em média é 26 dias, a as flores masculinas e femininas, abrem por cerca de 15 dias e 9 dias, respectivamente, com intervalo entre as ocorrências dos dois tipos de flores variando de dois a cinco dias, ou seja, primeiro abrem as flores masculinas e após a feminina. O espaço entre a fecundação das flores e frutos maduros corresponde a seis meses, os últimos

possuem coloração violácea e opaca, tendo alguns cachos recém-fecundados a queda parcial/total-aborto dos frutos, conseqüentemente reduzido ou ausência total do órgão reprodutivo (OLIVEIRA, et al., 2002a; OLIVEIRA et al., 2002b).

As fenofases de floração e frutificação na espécie ocorrem em todos os meses do ano, onde em povoamentos naturais a intensidade da floração na época do “inverno amazônico” entre os meses de janeiro a maio e a alta taxa de frutos entre setembro a dezembro período menores índices pluviométricos na região amazônica (CALZAVARA, 1972). No entanto, também em ocorrência natural, algumas populações no estado do Pará possuem alta produção de frutos em dois períodos distintos de acordo com a maior e menor pluviosidade no ambiente (JARDIM; ANDERSON, 1987; JARDIM; KAGEYAMA 1994).

Em populações cultivadas no município de Ubatuba litoral paulista, Bovi; Dias e Godoy Júnior (1986), menciona picos da fenofase de floração entre abril a junho e outubro a dezembro, indicando que a estratégia de gerar flores em dois períodos tem como finalidade a manutenção dos frutos anualmente.

Para Oliveira (2002a), existem variações temporais na floração e frutificação da espécie, apresentando irregularidades nos meses de ocorrência, estas fenofases ocorrem o ano todo, tendo maior expressividade da floração no período chuvoso e maiores taxas de frutificação em época de menor incidência de chuva. Ainda, maiores produções de frutos concentram-se entre agosto a dezembro (safra de verão), por volta de duas a três vezes maiores o volume de produção que a safra de inverno, por conta da homogeneidade na maturação dos frutos, gerando oferta regular e apreciação do mercado (OLIVEIRA et al., 2016).

Figura 1. Prancha da espécie e eventos da fenologia da *Euterpe oleracea* M. (açai). Espata floral (B); flor em plena antese (C); fruto verde (D); fruto maduro (E); folha nova e folha madura (A), na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA.



Fonte: (Ronaldo Rosa, 2019).

3.2.2 *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh

A espécie é da Família *Myrtaceae*, com nome científico *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh (APG IV, 2016) popularmente recebe o nome de “camu-camu”,

“araçá”, “araçá- d’água”, “araçá-do-lago”, “araçana”, “araçazinho”, “caçari”, “crista-de-galo”, “murta”, “sarão” e “socoró” (ACIOLI et al., 2016).

O camu-camu (figura 2) é uma frutífera nativa da Amazônia com distribuição natural no Peru, Venezuela, Colômbia e Brasil, Na Amazônia peruana estão às grandes populações em densidade e diversidade (PETERS; VASQUEZ, 1987). No Brasil, estados como Amazonas, Rondônia e Roraima, encontram-se em ocorrência natural em menores números (CHÁVEZ FLORES, 1988).

Quanto à ecologia, possui porte arbustivo, desenvolvendo-se tipicamente em planícies inundáveis das margens de rios da Bacia Amazônica (VILLACHICA, 1996). Com cultivo também em terra firme, o que garante a capacidade de produção de duas safras anuais (YUYAMA, 2011).

Na economia, o fruto atende indústrias alimentícias sendo muito apreciado no Japão, Estados Unidos e França (CHAGAS et al., 2012). Um dos atrativos mais importantes, que pode ser potencializado, está relacionado com a alta concentração de vitamina C, além ser, uma espécie rica em compostos como carotenóides, antocianinas e flavonoides (CHAGAS et al., 2015). O Peru é o país que mais produz e exporta esta frutífera no mundo (NASCIMENTO; CARVALHO, 2012).

Apresenta botões florais axilares, dispostos em ramos de 1 a 25 botões; flores polistêmones, com diâmetro variando de 1 a 1,4 cm, subsésseis, brancas, hermafroditas e poliândricas; cálice gamossépalo; corola dialipétala, cruciforme, pétalas côncavas e pubescentes; anteras basifixas introrsas e rimosas; ovário ínfero e estigma filiforme, papiloso; a polinização cruzada é predominante (91%), mas também apresenta autogamia (9%) (MAUÉS; COUTURIER, 2002; CRUZ; RESENDE, 2008; CORREA et al., 2011).

A antese ocorre por volta das 5:00 h, prolongando-se até as 7:00 h, com protogenia evidente; estigma se apresenta antes da abertura das flores; a receptividade dura em média 5 horas após abertura da flor; recurso floral mais abundante está o pólen, como maior recompensa para os visitantes florais; e o néctar. O período de senescência é denotado através da coloração bege dos estames, abscisão e queda destes, e a longevidade floral é de 24 horas (MAUÉS; COUTURIER, 2002).

A planta produz de 1 a 4 frutos por gema axilar, com formato globoso, superfície lisa e brilhante, coloração vermelha escura, com 1,8 a 3,8 centímetros de diâmetro, com peso médio de 8,5 g por fruto (YUYAMA et al., 2011).

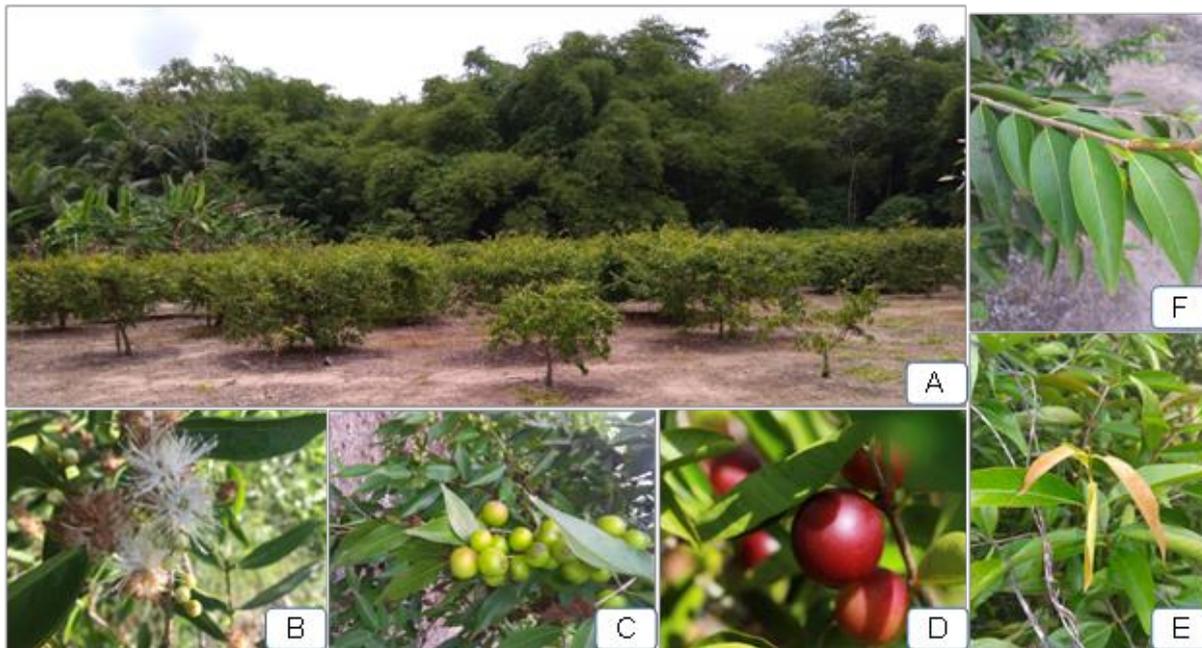
Em áreas de ocorrência natural, a espécie apresenta grande variação do ciclo reprodutivo, principalmente entre anos e região, tendo os rios e lagos grande influência no comportamento da fenologia onde a floração possui picos entre setembro e outubro, coincidido com período de baixa do volume hídrico e uma safra anualmente de frutos, com alta produção entre dezembro e fevereiro. (PINEDO et al., 2001).

Nos estudos realizados em diferentes estados, como Rondônia, Amazonas e Roraima, houve distinção no período de frutificação, com grande participação da pluviosidade no período de maturação dos frutos entre áreas. (LIMA; YUYAMA, 2011). Ainda, a taxa desta fenofase tem grande relação com as inundações do componente hídrico da bacia Amazônica, desencadeando maiores ofertas e conseqüentemente disseminação dos frutos, no entanto, diante das grandes mudanças climatológicas, altas temporadas de seca podem afetar a regeneração da espécie (MARTIN; PETERS; ASHTON, 2014).

Em terra firme, Maués e Couturier (2002), constataram ainda picos de floração em três épocas distintas, em dois momentos no período com pluviosidade, no entanto para atividades de polinização a oferta de pólen oferecido na época de chuva tende a minimizar a efetivação do processo, conseqüentemente alta taxa de abortamento das flores.

Segundo Ingá et al., (2001) o ciclo fenológico do camu- camu possui em média 77 dias, no qual a fenofase de floração detém quatro estágios de desenvolvimento, enquanto para formação de fruto, verifica-se oito etapas, coincidido com período de baixa do volume hídrico e uma safra anualmente de frutos, com alta produção entre dezembro e fevereiro. (PINEDO et al., 2001).

Figura 2. Banco germoplasma (BAG) do camu-camu e eventos da fenologia *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh (Camu- camu). Legendas: BAG camu-camu (A); Botão floral e flor em plena antese (B); fruto verde (C); maduro (D); folha nova (E); folha madura (F), na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PÁ.



Fonte: (Ronaldo Rosa, 2019).

3.2.3 *Mammea americana* L.

A espécie pertence à família *Clusiaceae* cujo nome científico é *Mammea americana* L. (Figura 3) e nome vernacular abricó do Pará (CAVALCANTE, 1996). A frutífera recebe outras denominações como, “castanha de macaco”, “abricó de macaco”, “cuia de macaco”, “mamey”, “mamey dominicano” (espanhol), “mammea - apple” (inglês “abricot Saint Domingue” (francês) (FERREIRA; RIBEIRO, 2006). É uma espécie pantropical com distribuição nas Américas, África, Madagascar, Austrália e Índia (DUNTHORN, 2004). Foi introduzida no Brasil no século XIX. (NASCIMENTO et al., 2008).

A planta é androdioica, possui o sexo masculino e hermafrodita, as flores hermafroditas podem apresentar padrões variáveis no número de sépalas e pétalas, sendo encontrado normalmente 2 sépalas e 4 pétalas. A estrutura masculina da flor, o androceu, possui numerosos estames de coloração branca com antera descente. O gineceu, órgão sexual feminino, é caracterizado pelo tipo de ovário existente, ovário súpero, bilocado e 2 óvulos por lóculo, o estigma é peltado ou bilobado (NASCIMENTO et al., 2008).

O fruto é uma baga, podendo pesar em média de 500 a 2000 gramas, com epicarpo de coloração bege clara a cor castanho escuro e espessura variável, o mesocarpo é reduzida para uma subjacente película esbranquiçada, mais ou menos aderente ao epicarpo e ligeiramente amargo, o endocarpo é de cor amarela a laranja, relativamente firme, contendo de um a quatro sementes, aderentes ou não à polpa, as sementes pesam em média 70 gramas (GERVAIS; LAVIGNE, 2007).

Quanto a polpa do fruto, possui coloração amarelo avermelhado, podendo ser implementada na agroindústria com a produção de xaropes, sucos, sorvetes, geleia, entre outros (ORDONEZ-SANTOS et al., 2014). Além disso, possui propriedades medicinais, podendo ser utilizada no controle de pragas e doenças, é também uma importante fonte de compostos bioativos, carotenoides, vitamina C e compostos fenólicos (SOUZA; LORENZI, 2008). A madeira possui boas propriedades para uso (GERVAIS; LAVIGNE, 2007).

Em se tratando da *Mammea americana* L., os estudos que podem vir a dar subsídios para um melhor entendimento do processo reprodutivo da espécie são muito importantes, como os aspectos da biologia floral, a polinização e os múltiplos usos que a planta possui (CAMPBELL, 2005). Porém, quando são abordados estudos das características ecológicas, a fenologia e a biologia floral da espécie notam-se que a literatura especializada é incipiente. A espécie possui período de floração nos meses de fevereiro a março e a frutificação no período menos chuvoso, de junho a dezembro (NASCIMENTO et al., 2008).

Figura 3. Prancha da espécie e eventos da fenologia *Mammea americana* L. (Abriçó) Legenda: Prancha da espécie (A); botão floral (B); flor em plena antese (C); fruto verde e maduro (D); folha nova (E); folha madura (F), na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA.



Fonte: (Ronaldo Rosa, 2019).

3.3 Fatores abióticos e sua influência nos aspectos da fenologia

Os fatores abióticos, como fenômenos meteorológicos, a evaporação, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, radiação solar e temperatura tendem a limitar os eventos fenológicos, influenciando no comportamento da

vegetação, atuando na duração, intensidade, periodicidade dos eventos e a sincronização das fenofases reprodutivas das plantas, além de serem determinantes na germinação, dinâmica de crescimento e distribuição das espécies vegetais (REICH, 1995; VALDEZ- HERNÁNDEZ et al., 2010; FERRERA, et al., 2017).

Para diferentes regiões do planeta, uns conjuntos de fatores abióticos exercem maior influência sobre o ciclo reprodutivo das plantas do que outros, onde em regiões temperadas o comprimento e a temperatura do dia tendem a regular os eventos da fenologia, a passo que a flora tropical, possui associação à pluviosidade e ao teor de umidade no solo (ASSUNCAO; CASAGRANDE; SARTORI, 2014).

Em zonas tropicais, a estiagem altera o comportamento da fenologia, onde o déficit hídrico afeta diretamente o crescimento da vegetação, surtindo efeito na floração, baixa produção de frutos e queda das folhas (BRADLEY et al., 2011). Alguns estudos como de Assad et al., (2004), revelam que por conta das alterações climáticas numerosas regiões tendem a receber eventos hidrológicos extremos, entre eles o aumento dos períodos secos, afetando o ciclo reprodutivo e a distribuição das espécies vegetais.

Na Amazônia, grande parte das espécies possui floração na estação seca ou entre esta e a chuvosa, em contrapartida a produção de frutos é sazonal, ou em algumas espécies a ocorrência de frutos é mais de um período, quanto à época, na passagem da estação chuvosa para a seca (MORELLATO; CAMARGO; GRESSLER, 2013).

Em estudo Pires-O'Brien e O'Brien (1995), mencionam que a abertura floral na estação chuvosa ocasiona a diluição do néctar, interferindo na atração de polinizadores. Em contrapartida, há relatos que apontam a queda foliar e a emissão de botões florais possui relação com o crescimento e a evapotranspiração das plantas (BORCHERT; RIVERA; HAGNAUER, 2002).

A sincronicidade entre os eventos fenológicos em relação época de ocorrência, duração e intensidade implica na quantidade e qualidade de frutos para dispersores e recursos florais para polinizadores, além influenciar na estrutura e funcionamento das comunidades (WILLIAMS et al., 1999).

As mudanças nesses fatores têm afetado variados setores da economia, tendo as atividades agrícolas, grande sensibilidade a mudanças climáticas, influenciando diretamente a produtividade (MARENGO, 2008). Com isso, diversas causas têm contribuído nas oscilações do meio, destacando-se as mudanças

ambientais ocasionadas pelas alterações no uso do solo, conversão de florestas em áreas para agropecuária (CIRINO; VITORINO; HOLANDA, 2019).

Em cultivo de espécies frutíferas, a elaboração do calendário fenológico é de suma importância no aumento da produção e qualidade dos frutos, além de contribuir na decisão da melhor época de intervir na área para tratamentos culturais e controle fitossanitário, além da colheita dos frutos (CAMPAGNOLO et al., 2010). Para isso, Segantini et al., (2010), menciona sobre a necessidade de pesquisas sobre o comportamento das espécies cultivares perante aos diferentes climas brasileiro.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de estudo

O trabalho foi realizado na Coleção de Espécies Frutíferas da Embrapa Amazônia Oriental e Banco Ativo de Germoplasma (BAG) localizados na cidade de Belém, PA (“coordenadas 01° 24’ 46,14” e 01°28’ 4,11” de latitude sul e 48° 20’ 4,60” e 48° 20’ 31,84” de longitude oeste de Greenwich) (Figura 4), onde a região possui o tipo climático equatorial ou tropical úmido (Af), de acordo com a escala de Köppen, tendo temperatura do ar média anual de 25,9 °C (variando entre 21 °C e 31,6 °C); umidade relativa do ar de 84% e precipitação pluviométrica de 2.900 mm.ano⁻¹, com maiores índices de precipitação pluviométrica no período de dezembro a maio (RAMOS; SANTOS; FORTES, 2009).

Figura 4. Localização geográfica do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) e Coleções de espécies frutíferas na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA.



Fonte: (Autores, 2019).

4.2 Descrição da área experimental

A instalação do ensaio do camu-camu ocorreu em fevereiro de 2010, em delineamento de blocos completos casualizados, constituído por dez clones CPATU (Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido), quatro repetições e parcelas lineares de três indivíduos, delimitado por bordadura externa (mistura de clones e camu-camu doce), exemplificado no croqui (Anexo1). A coleção do Abrió foi implantada em 2012, perfazendo uma área de 1600 m², o espaçamento adotado de 5 x 5 m entre as plantas (Anexo 2), com clones provenientes de diferentes municípios paraenses. O consórcio açai x bacaba x cupuaçu teve início em 2007, tendo um total de 2016 m² (Anexo 3).

4.3 Espécies, seleção e procedência do Material

Para realização do estudo fenológico foram selecionadas três espécies frutíferas cultivadas na Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA, açai (*Euterpe oleracea* Mart.), camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) e abrió (*Mammea americana* L.), das quais foram selecionados 15, 30 e 20 indivíduos de acordo com a disponibilidade de indivíduos nas áreas de estudo, A Tabela 1 expressa as espécies de interesse para o estudo e o número de espécimes selecionadas.

4.4 Registros dos dados fenológicos

O monitoramento da fenologia ocorreu quinzenalmente ao longo das linhas de cultivo dos acessos, e o período de observação compreendeu o total de 24 meses, iniciando em setembro de 2017 e finalizando em agosto de 2019, registrando os dados da fenofase floração (botões florais e flores em antese), frutificação (frutos em desenvolvimento e frutos maduros para a dispersão), aspectos vegetativos (mudanças foliares) em fichas de campo (Apêndice 1), com o auxílio de binóculos.

4.5 Estatística Circular

4.5.1 Índices de Atividade (IA)

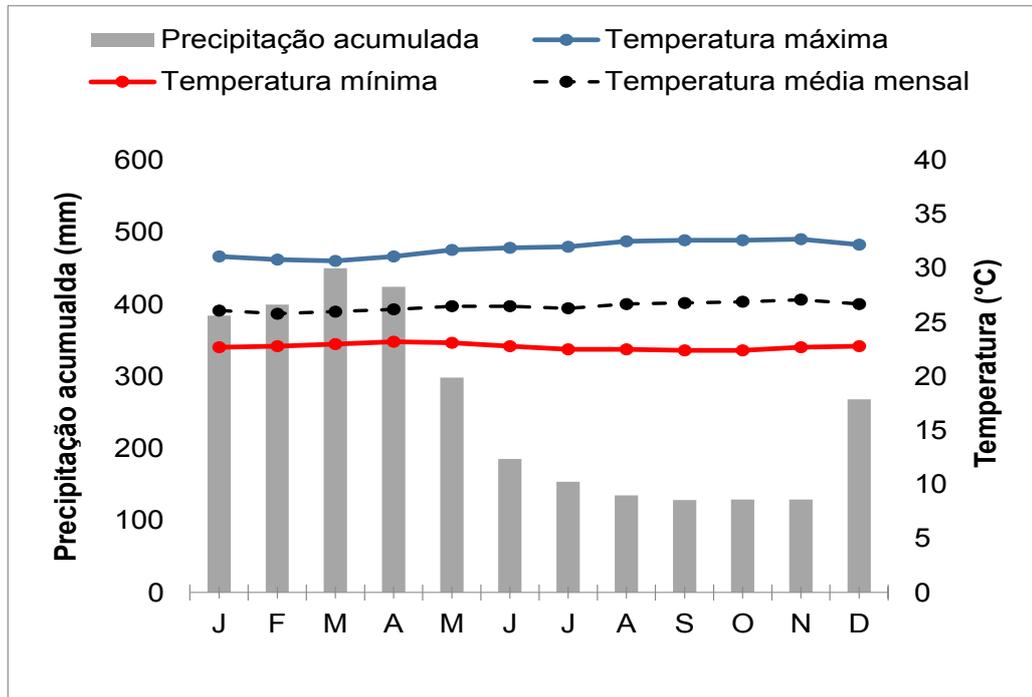
De cunho qualitativo a nível populacional, determina a porcentagem de indivíduos da população que apresenta tal evento da fenologia, calculado mensalmente, caracterizando os seguintes parâmetros: presença (1) ou ausência da fenofases (0) em relação ao número total de plantas selecionadas (FOURNIER; CHARPANTIER, 1975).

O comportamento fenológico das três espécies frutíferas foi realizado por meio de análise estatística circular com o programa Oriana 4.02, Ramos (2010), onde as datas de ocorrência das fenofases foram transformadas em ângulos para todas as culturas. Através do programa foram elaborados os histogramas circulares através da média da frequência dos 24 meses, calculando-se o ângulo médio e o comprimento do vetor r , concentração das fenofases em torno do ângulo médio e o teste de Rayleigh(Z), verificando a sazonalidade das fenofases (ZAR, 1999; MORELLATO; ALBERTI; HUDSON, 2010).

4.6 Dados climatológicos

Os dados de precipitação pluviométrica relativos aos 24 meses de coleta de dados da fenologia, foram disponibilizados pelo Laboratório de Climatologia da Embrapa Amazônia Oriental (Figura 5), a fim de estabelecer correlação com ocorrência dos eventos fenológicos (IA), por meio do coeficiente de correlação de Pearson, e aplicado o teste t Student a 0,05 de probabilidade, por meio do software RStudio.

Figura 5. Temperatura Média mensal, temperaturas máxima e mínima (°C) e precipitação acumulada (mm) durante o período de estudo (2017 - 2019) na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA.



Fonte: Autores, 2019.

4.7 Padrões fenológicos

Com intuito de verificar as respostas das fenofases perante sazonalidade climática, foram determinados o grau de sincronia para cada frutífera em duas estações, seca e chuvosa, separados em três categorias, assincrônico (< 20% dos indivíduos manifestando a fenofase); pouco/baixa sincronia (20–60%); ou alta sincronia (> 60%). (BENCKE E MORELLATO, 2002).

Para padronização das fenofases no calendário fenológico, foi determinado um percentual de $\geq 50\%$ das plantas apresentando a floração. Além disso, na padronização do evento, foram utilizadas as classificações de Gentry (1974) e Newstrom (1994).

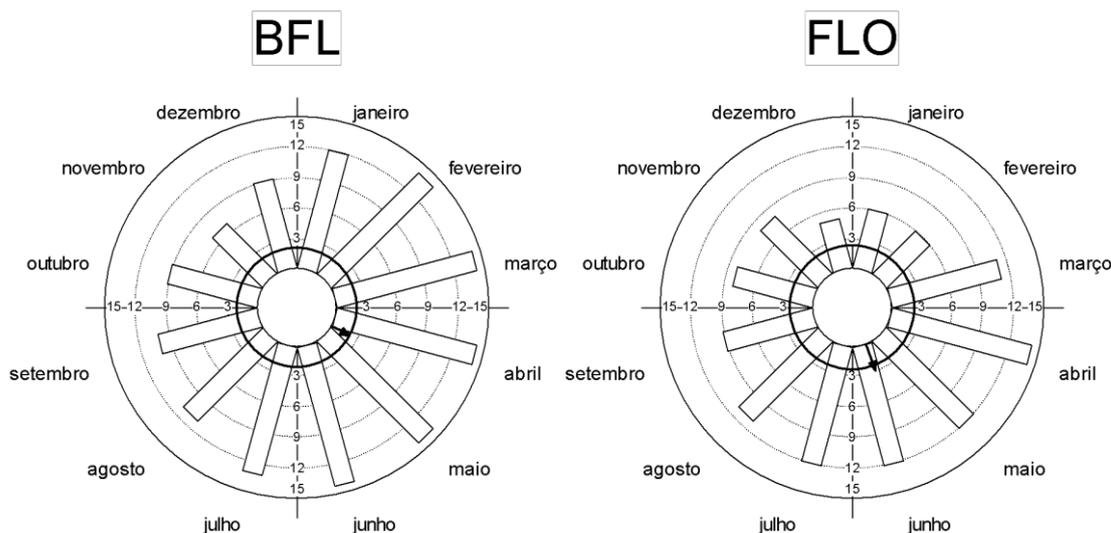
5. RESULTADOS

5.1 *Euterpe oleracea* Mart.

A fenofase de floração ocorreu em todos meses de monitoramento do estudo, segundo a classificação de Gentry (1974) padrão de floração “Steady State”, e Newstrom et al. (1994) padrão de floração anual, tendo elevada emissão da espata no mês de fevereiro a maio (figura 6), a sazonal foi não significativa com data

média no mês de abril ($R= 0,136$) tabela 1, período de época chuvosa na região do estudo. Para flores em antese, taxas elevadas entre março a junho, com 51,64 % e 42,86% respectivamente. Ainda, este evento possuiu sazonalidade significativa, com data média no mês de junho ($R= 0,188$), início da estação seca. Em termos de sincronia, foi verificado também alta sincronia da espécie (tabela 3).

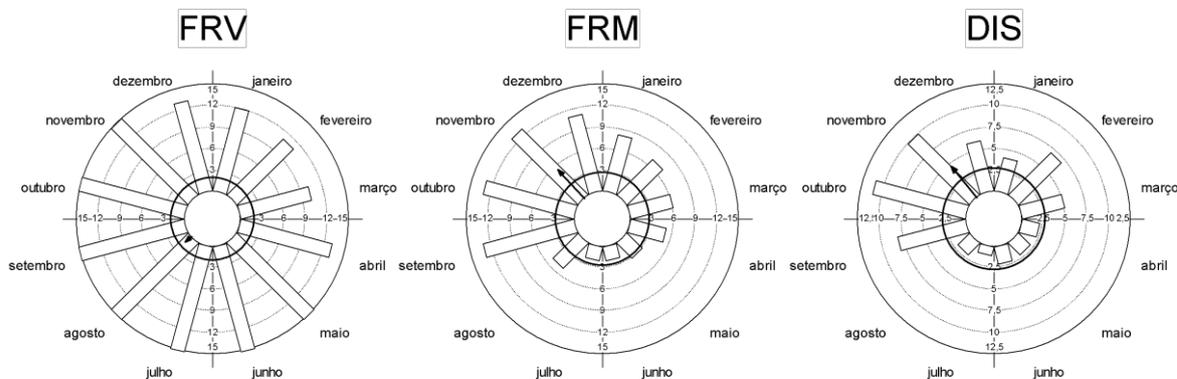
Figura 6. Histograma circular fenológico da *Euterpe oleracea* Mart. (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA. Fenofase de floração. Legendas: BF= Botão floral; FL= Floração.



Fonte: (Autores, 2019).

A frutificação da espécie ocorreu durante todo o período avaliado, observando grande ocorrência de fruto verde, exceto manifestando frutos maduros. Quanto a sazonalidade (figura 7), valores não significativos foram apresentados para os frutos verdes ($R=0,08$) e significativamente sazonal para os maduros ($R=0,359$), com data média no mês de novembro. Houve diferença quanto a sincronia nos estágios de frutificação, tendo a estação chuvosa e seca alta sincronia para os frutos verdes, enquanto os frutos maduros apresentaram pouca sincronia na estação chuvosa e alta sincronia estação seca (tabela 3).

Figura 7. Histograma circular fenológico da *Euterpe oleracea* Mart. (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA. Fenofase de frutificação. Legendas: FRV = Frutos verdes; FRM= Frutos maduros, DIS= Disseminação.



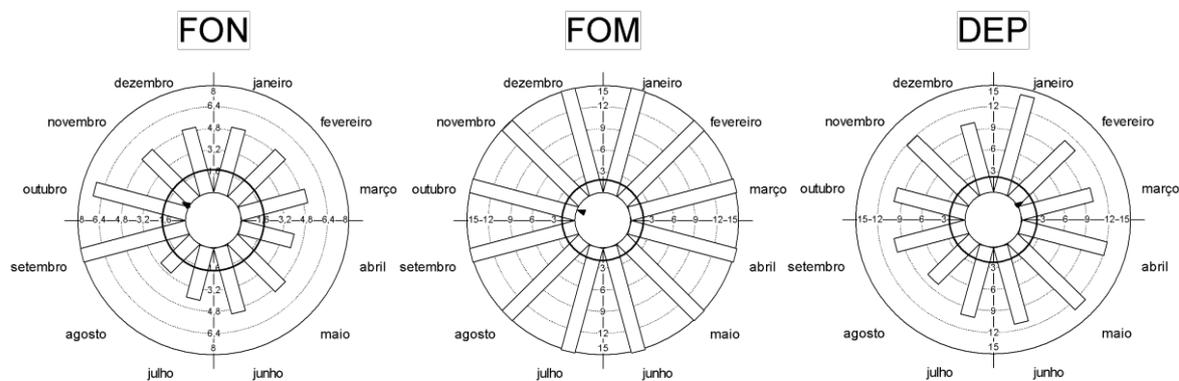
Fonte: (Autores, 2019).

A fenofase mudança foliar apresentou valores constantes (figura 8). O surgimento de folhas novas seguiu basicamente os mesmos padrões nos meses estudados. Por outro lado, a folha madura atingiu o percentual máximo em todo período avaliado e a desfolha parcial seguiu de forma irregular. Para sazonalidade dos eventos desta fenofase, apresentou valores significativos apenas com as folhas novas (FON) com data média no mês de outubro ($R=0,378$). Quanto a sincronia, houve pouca sincronia nas duas estações para folhas novas, e alta sincronia para folha madura e desfolha parcial em ambas estações (tabela 3).

Observou-se que os parâmetros avaliados sofreram forte influência da precipitação, evidenciando a maior presença de botões florais e floração em épocas chuvosas e com menor incidência em períodos onde a pluviosidade é reduzida, porém com relativa significância. Os meses com menor pluviosidade tiveram os maiores percentuais.

A correlação do açaí foi significativa apenas para as variáveis botão floral e temperatura (0.0040 ; $p<0,05$), folha madura e precipitação (0.0228 ; $p<0,05$). As demais fenofases apresentaram-se não significância nos meses de fevereiro e março. Enquanto a produção de frutos maduros verificada em quatro meses avaliados, de setembro a dezembro, tendo o mês de outubro $42,25\%$ dos indivíduos.

Figura 8. Histograma circular fenológico da *Euterpe oleracea* Mart. (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA. Fenofase de mudança foliar. Legendas: FON= Folha nova; FOM= Folha madura; DEP= desfolha parcial.



Fonte: (Autores, 2019).

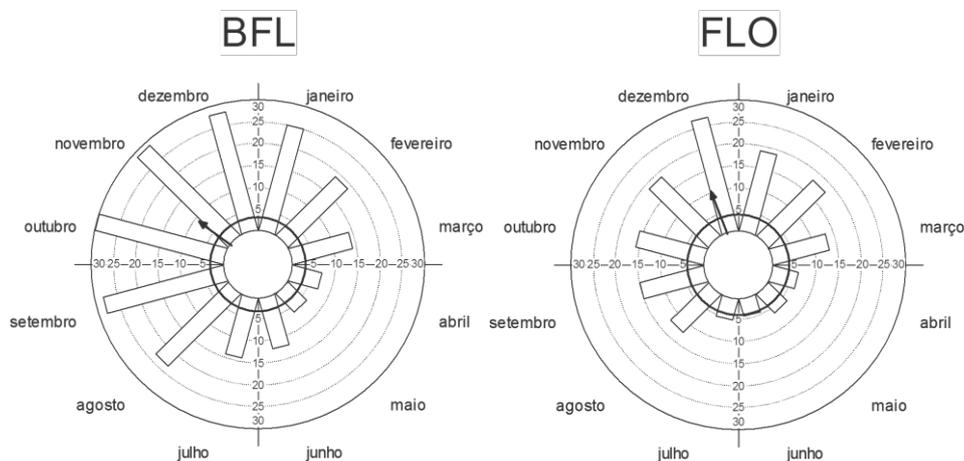
5.2 *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh

A emissão de botão floral no camu-camu apresentou taxas elevadas no período de setembro a fevereiro, observando-se também picos de lançamento de botões em 100% das plantas monitoradas nos meses de outubro e dezembro (figura 9). A floração ocorreu principalmente nos meses de dezembro e fevereiro, com taxas de 96,67% e 91,67%), respectivamente. Segundo a classificação de Gentry (1974) padrão de floração “Steady State”, e Newstrom et al. (1994) padrão de floração anual.

A análise circular demonstrou sazonalidade significativa para a emissão de botões florais e floração, com data média em novembro e dezembro, ($R=0,301$; $R=0,345$), respectivamente. A emissão de botão floral apresentou pouco ou baixa sincronia na estação chuvosa e alta sincronia na estação seca. Enquanto a floração a floração apresentou pouco ou baixa sincronia nas duas estações (tabela 3).

A correlação de Pearson mostrou-se significativa para os botões florais (0,0463; $p < 0,05$) com a precipitação pluviométrica e não significativa para a temperatura (0,3618; $p > 0,05$), enquanto a floração em plena antese foi não significativa para as duas variáveis ambientais, precipitação e temperatura, respectivamente (0.7321; 0.8179; $p > 0,05$).

Figura 9. Histograma circular fenológico da *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA. Fenofase de floração. Legendas: BF= Botão floral; FL= Floração.



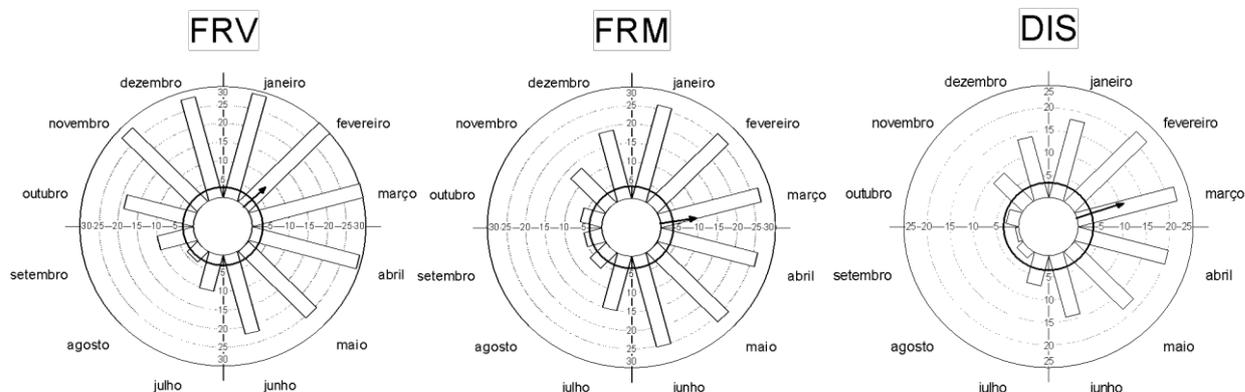
Fonte: (Autores, 2019).

A frutificação se distribuiu em todo o período avaliado, com elevada taxa de frutos imaturos de novembro a abril, e picos de atividade com 100% de ocorrência da frutificação de fevereiro a abril (figura 10). O fruto maduro e a disseminação se comportaram de forma semelhante ao fruto verde, com distribuição no período de levantamento dos dados, abrangendo seis meses, janeiro a junho.

Analisando a sazonalidade da espécie e a taxa de sincronização do jardim clonal, notou-se que foi significativamente sazonal, com data média em fevereiro ($R= 0,26$) para os frutos verdes e em março para os frutos maduros ($R=0,318$). Quanto a sincronia, os frutos verdes e maduro apresentaram alta sincronia na estação chuvosa e pouco ou baixa sincronia na estação seca (tabela 3).

A correlação dos frutos com as variáveis ambientais foi significativa para o fruto verde com a precipitação (0.0203; $p<0,05$) e não significativa com a temperatura (0.2108). Em contrapartida, para ambas as variáveis correlacionadas, respectivamente, o fruto maduro e disseminação apresentaram correlação significativa com valores de 0.0033; 0.0108; $p<0,05$, para o fruto maduro e 0.0002; 0.0185; $p<0,05$ para a disseminação.

Figura 10. Histograma circular fenológico da *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA. Fenofase de frutificação. Legendas: FRV = Frutos verdes; FRM= Frutos maduros, DIS= Disseminação.

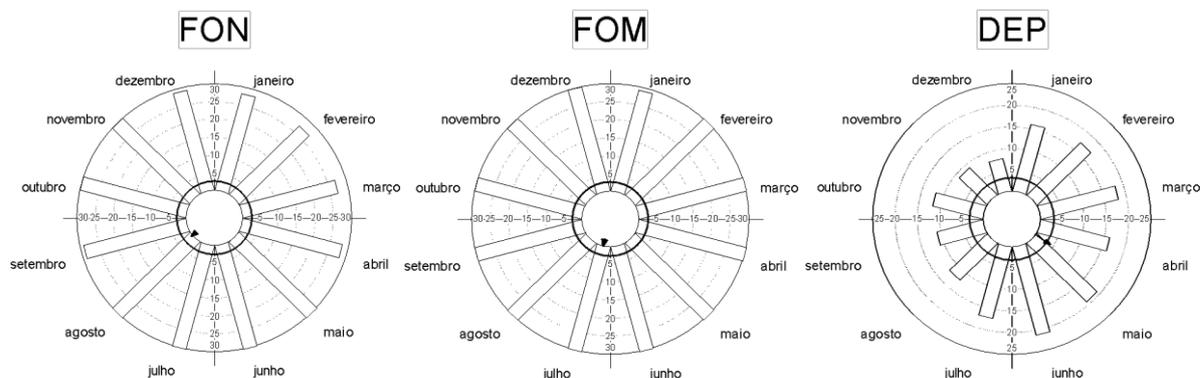


Fonte: (Autores, 2019).

A sazonalidade para mudanças foliares foi significativa apenas com a desfolha parcial (figura 11), com data média em maio ($R=0,168$). A sincronicidade no aspecto das mudanças foliares foram altas para as folhas novas e maduras nas duas estações, ao passo que a desfolha parcial teve pouco ou baixa sincronia (tabela 3).

A correlação para as fenofases folha nova foi significativa em ambas as variáveis ambientais (0.0013; 0.0449; $p<0,05$), a folha madura foi significativa apenas para a temperatura (0.0253; $p<0,05$), juntamente com a desfolha parcial (0.0407; $p<0,05$).

Figura 11. Histograma circular fenológico da *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh (2017-2019), com dois anos de informação, com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA. Fenofase de mudança foliar. Legendas: FON= Folha nova; FOM= Folha madura; DEP= desfolha parcial.



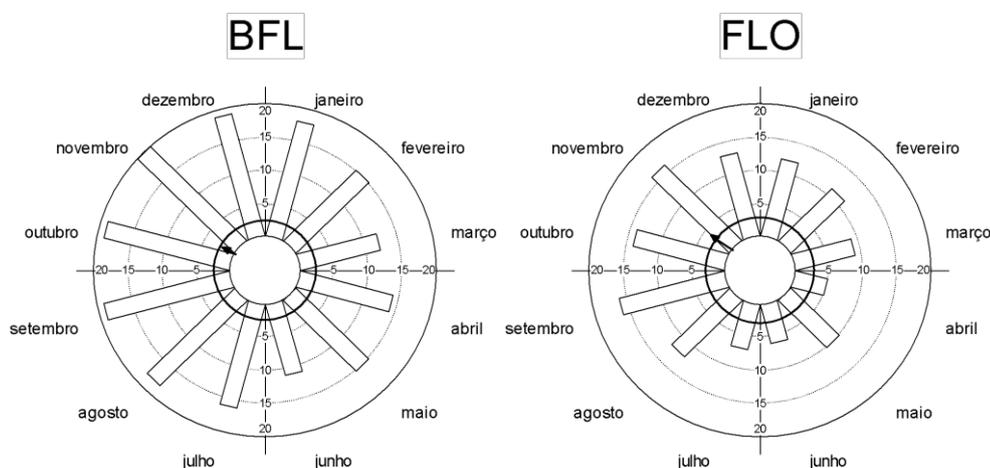
Fonte: (Autores, 2019).

5.3 *Mammea americana* L.

A emissão de botões florais ocorreu durante todos os meses com picos de atividade deste evento de setembro a fevereiro (97,5 a 100% dos espécimes), e baixa ocorrência nos meses seguintes (abril a junho) (figura 12). A floração apresentou dois picos de atividade, o primeiro de setembro a dezembro com 77,5 a 97,5% de flores abertas e o segundo no mês de fevereiro (87,5%). Segundo a classificação de Gentry (1974) padrão de floração “Steady State”, e Newstrom et al. (1994) padrão de floração anual.

A análise estatística circular a sazonalidade foi significativa com as flores em plena antese, com ($R=0,202$) em novembro, não haverá sazonalidade para a emissão de botões florais. Na sincronicidade, o botão floral apresentou alta sincronia em ambas as estações. A floração teve pouco ou baixa sincronia na estação seca e alta sincronia na estação chuvosa (tabela 3).

Figura 12. Histograma circular fenológico da *Mammea americana* L. (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA. Fenofase de floração. Legendas: BF= Botão floral; FL= Floração.



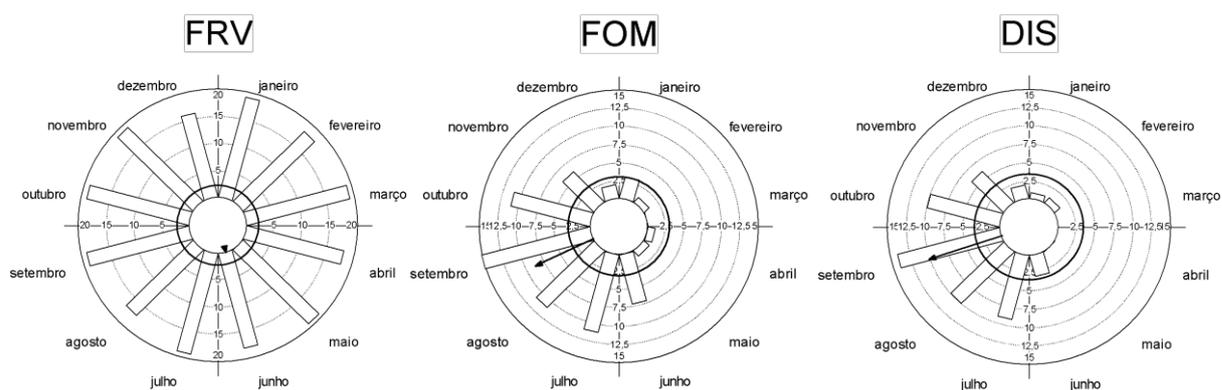
Fonte: (Autores, 2019).

A ocorrência de frutos maduros expressiva de setembro a novembro, com os indivíduos apresentando 75%, 57,50% e 45%, respectivamente, e posteriormente menores produções de fruto no intervalo entre fevereiro a abril (figura 13).

O fruto verde não apresentou sazonalidade, enquanto os frutos maduros tiveram sazonalidade significativa e data média em setembro ($R= 0,58$)

respectivamente. A sincronia foi alta para os frutos verdes nas duas estações. Os frutos maduros apresentaram assincronia na estação chuvosa e pouco ou baixa sincronia estação seca (tabela 3).

Figura 13. Histograma circular fenológico da *Mammea americana* L. (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA. Fenofase de frutificação. Legendas: FRV= Fruto verde; FRM= Fruto maduro; DIS= Disseminação.

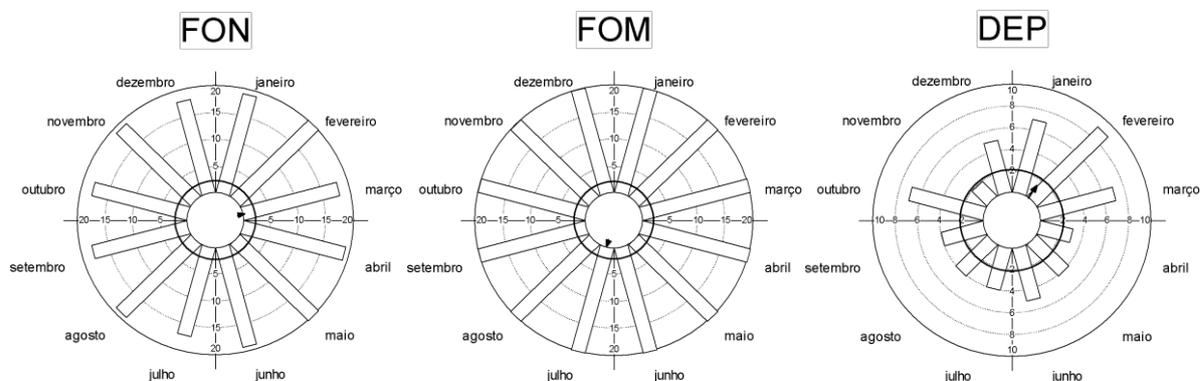


Fonte: (Autores, 2019).

As mudanças foliares se manifestaram ao longo de todos os meses estudados (figura 14). As mudanças foliares foram significativamente sazonais apenas com as desfolhas parciais, com data média em julho ($R=0,138$). Na sincronia, nas duas estações apresentaram alta sincronia. A desfolha parcial apresentou pouco ou baixa sincronia em ambas estações (tabela 3).

Quanto a correlação da espécie com as variáveis precipitação e temperatura, a emissão de botão floral foi significativo apenas com a precipitação (0.0443 ; $p<0,05$), e não significativo para a temperatura. A flor em plena antese, fruto maduro e folha nova foram não significativas nas duas variáveis correlacionadas, enquanto o fruto verde foi significativo apenas com a precipitação. A desfolha parcial foi significativa na correlação com a temperatura (0.0081 ; $p<0,05$).

Figura 14. Histograma circular fenológico da *Mammea americana* L. (2017-2019), com dois anos de informação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA. Fenofase de frutificação. Legendas: FON= Folha nova; FOM= Folha madura; DEP= desfolha parcial.



Fonte: (Autores, 2019).

Tabela 2. Análise estatística circular de três espécies frutíferas na Embrapa Amazônia Oriental/Belém/PA.

Espécies	Fenofase	N° de Observações	Data média mensal	Ângulo médio do Vetor	Desvio padrão circular	Comprimento do vetor R	Teste de uniformidade de Rayleigh (p)
<i>Euterpe oleracea</i> M.	BFL	141	Abril	117,868°	114,382°	0,136	0,073
	FLO	114	Junho	159,96°	104,673°	0,188	0,017
	FRV	164	Agosto	229,423°	128,782°	0,08	0,35
	FRM	88	Novembro	317,996°	81,97°	0,359	1,16E-05
	DIS	60	Novembro	321,408°	79,964°	0,378	1,93E-04
	FON	61	Outubro	300°	129,116°	0,079	0,684
	FOM	180	Outubro	292,62°	-	0	*****
	DEP	131	Fevereiro	57,924°	137,923°	0,055	0,671
<i>Myrciaria dubia</i> (Kunth) McVaugh	BFL	235	Novembro	306,707°	88,745°	0,301	5,41E-10
	FLO	160	Dezembro	339,784°	83,563°	0,345	5,22E-09
	FRV	264	Fevereiro	45,815°	94,084°	0,26	1,85E-08
	FRM	220	Março	81,427°	86,779°	0,318	2,31E-10
	DIS	150	Março	72,065°	74,883°	0,43	1,57E-12
	FON	348	Agosto	231,206°	157,119°	0,023	0,828
	FOM	359	Julho	195°	196,348°	0,003	0,997
	DEP	176	Maiο	123,783°	108,168°	0,168	0,007
<i>Mammea americana</i> L.	BFL	196	Outubro	299,312°	120,069°	0,111	0,088
	FLO	131	Novembro	306,787°	102,522°	0,202	0,005
	FRV	220	Junho	165°	187,982°	0,005	0,995
	FRM	69	Setembro	243,926°	59,814°	0,58	8,38E-11
	DIS	56	Setembro	251,59°	50,538°	0,678	6,75E-12
	FON	224	Março	77,374°	166,577°	0,015	0,953
	FOM	240	Julho	196,504°	*****	0	*****
	DEP	61	Fevereiro	34,872°	114,019°	0,138	0,313

Fonte: (Autores, 2019)

Tabela 3. Sincronicidade das três espécies frutíferas nos períodos chuvosos e seco, dados em percentuais, Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA. BFL: Botão floral; FLO: Floração; FRV: Fruto verde; FRM: Fruto maduro; DIS: Disseminação; FON: Folha nova; FOM: Folha madura; DEP: Desfolha parcial. Grau de sincronia: a= assincronia; b= baixa sincronia; c = alta sincronia.

Espécie	Estação chuvosa							
	BFL	FLO	FRV	FRM	DIS	FON	FOM	DEP
<i>Euterpe oleracea</i>	91,9 _c	66,5 _c	83,2 _c	34,2 _b	24,1 _b	32,5 _b	100,0 _c	75,8 _c
<i>M. dubia</i>	45,0 _b	36,1 _b	91,5 _c	86,7 _c	63,3 _c	94,2 _c	99,3 _c	59,1 _b
<i>M. americana</i>	69,9 _c	42,8 _b	92,1 _c	9,9 _a	4,4 _a	95,5 _c	100,0 _c	28,6 _b
Espécie	Estação seca							
	BFL	FLO	FRV	FRM	DIS	FON	FOM	DEP
<i>Euterpe oleracea</i>	64,2 _c	57,9 _b	97,8 _c	63,2 _c	42,6 _b	33,4 _b	99,7 _c	66,7 _c
<i>M. dubia</i>	84,1 _c	51,7 _b	54,5 _b	34,8 _b	20,0 _b	98,5 _c	99,9 _c	38,0 _b
<i>M. americana</i>	92,4 _c	64,7 _c	90,5 _c	45,3 _b	41,1 _b	90,5 _c	100,0 _c	20,1 _b

Fonte: (Autores, 2019).

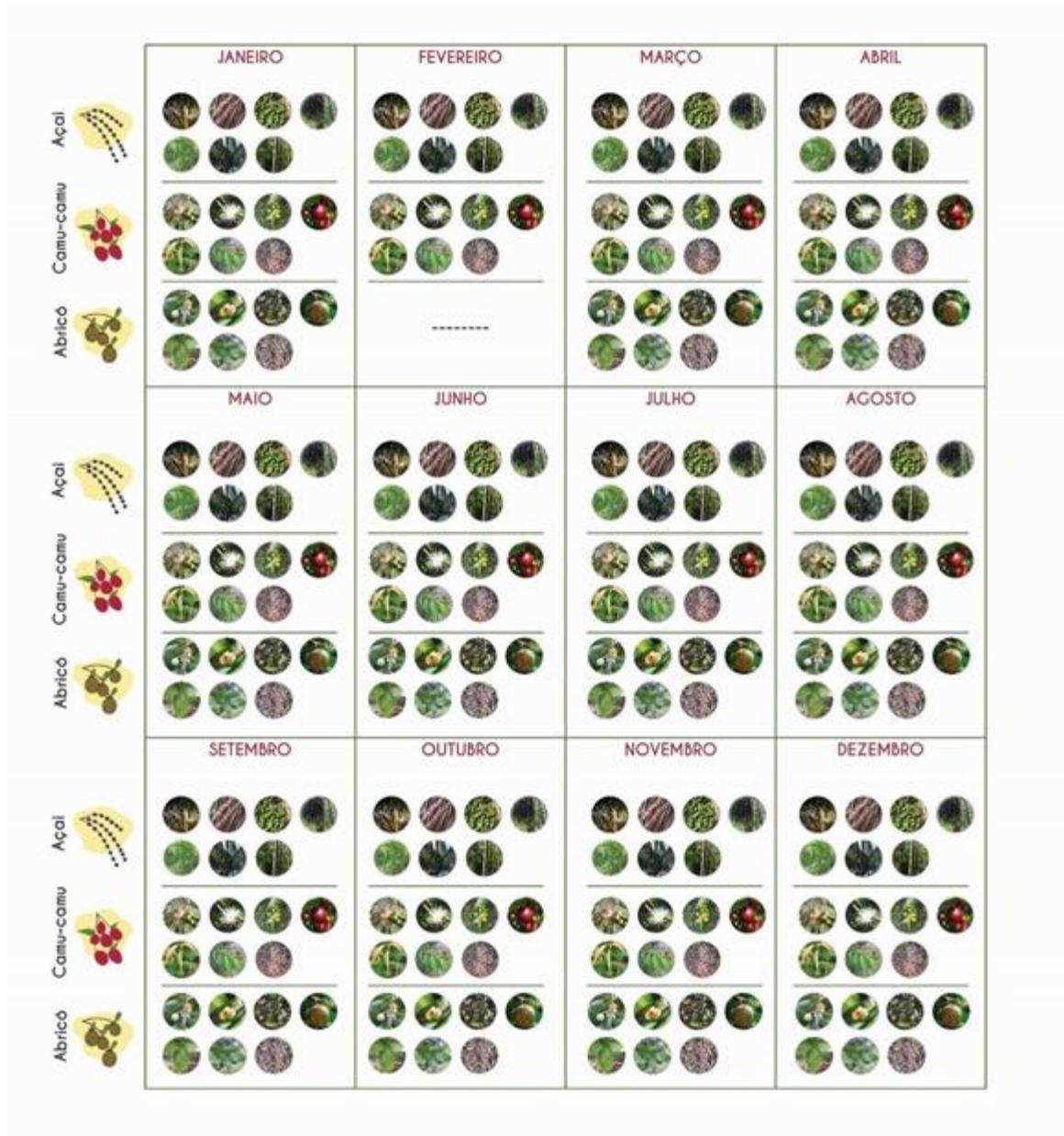
Tabela 4. Correlação de Pearson das fenofases reprodutivas e vegetativa do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) e abricó (*Mammea americana* L.), com as variáveis ambientais precipitação e temperatura, Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA.

Açaí	Precipitação	Temperatura	Camu-camu	Precipitação	Temperatura	Abricó	Precipitação	Temperatura
Precipitação	1	-		1	-		1	-
Precipitação	-	-		-	-		-	-
Temperatura	-0.49940	1		-0.49940	1		-0.49940	1
Temperatura	0.0983	-		0.0983	-		0.0983	-
BFL	0.36007	-0.76132		-0.58377	0.28928		-0.58806	0.51737
BFL	0.02757261	0.02757261		0.0463	ns		0.0443	ns
FLO	0.03083	-0.13793		-0.11064	-0.07454		-0.47040	0.34414
FLO	ns	ns		ns	ns		ns	ns
FRV	-0.09644	0.33883		0.65677	-0.38943		0.05896	0.25590
FRV	0.001372349	0.01861219		0.0203	ns		ns	ns
FRM	-0.50187	0.49684		0.77067	-0.70273		-0.83002	0.52040
FRM	ns	ns		0.0033	0.0108		0.0008	ns
DIS	-0.48323	0.38542		0.86847	-0.66417		-0.79572	0.60777
DIS	ns	ns		0.0002	0.0185		0.0020	0.0360
FON	0.44859	-0.06489		-0.81355	0.58680		0.32859	-0.34202
FON	ns	ns		0.0013	0.0449		ns	ns
FOM	-0.64756	0.32375		-0.30236	0.63910		-	-
FOM	ns	ns		Ns	0.0253		-	-
DEP	-0.17769	-0.13319		0.42707	-0.59626		0.28173	-0.72150
DEP	ns	ns		ns	0.0407		ns	0.0081

ns: não significativo Fonte: (Autores, 2019).

5.4 Calendário fenológico ilustrativo

Figura 15. Ilustração das fenofases reprodutivas (botão, flor e fruto) e vegetativas (folha nova, folha madura e desfolha parcial) no ano, realizado na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA.



Fonte: (Autores, 2019).

6. DISCUSSÃO

A nível populacional, a fenofase de floração e frutificação do açaí, apresentou padrão anual da fenologia quanto a ocorrência de pico de atividade de fenofase a cada ano, apesar da ocorrência contínua dos eventos mesmo em baixas taxas, comportamento semelhantes encontrados no estuário Amazônico (JARDIM; ANDERSON, 1987; JARDIM; KAGEYAMA, 1994; OLIVEIRA, 2002a); Pacífico colombiano (URREGO; DEL VALLE, 2001; CIFUENTES et al., 2013), além de outras

palmeiras do gênero *Euterpe*, como *E. precatoria* Mart. (CABRERA; WALLACE, 2007); *E. edulis* Mart. (CALVI; PIÑA-RODRIGUES, 2005; CASTRO et al., 2007).

Houve alta sincronia para os eventos de espata floral e floração no presente estudo, valores distintos foram constatados por Garcia e Barbedo (2016), em *Euterpe edulis* no vale da Ribeira, São Paulo. Segundo Begnini et al., (2013), as plantas em regiões tropicais com elevada floração em épocas de maior precipitação, apresentam comportamento assincrônico, em níveis de espécie a populações, em diferentes ambientes. A ocorrência da assincronia nos povoamentos é entendida como instrumento na garantia da presença de visitantes florais durante o ano, mesmo com baixos valores de sincronismo, geram uma eficiência reprodutiva das plantas (PEÑUELA, et al., 2019). Em relação a influência da pluviosidade perante a produção de flores, é constatado valores não significativos, fato constatado em algumas espécies da família *Arecaceae* como *Wettinia kalbreyeri*, em estudo na Colômbia (LARA et al., 2017).

A caracterização de baixos valores de sincronia e períodos prolongados nas fases de frutificação entre muitas espécies de palmeiras torna a ampla oferta deste recurso em diferentes meses, garantindo ampla ação de frugívoros tropicais (GALETTI et al., 2006). O comportamento de muitas plantas tropicais a nível de um próprio gênero apresentar diferentes durações das fenofases reprodutivas mesmo em uma localidade (HENDERSON, 2002). Na fenologia das palmeiras, variados fatores a nível intrínseco como idade e genética associados as condições edafoclimáticas atuam de modo específico em lugares distintos. (MANTOVANI; MORELLATO, 2000).

Um dos principais fatores para o comportamento fenológico do camu-camu foi a forte ocorrência da sazonalidade nos eventos reprodutivos. Em florestas tropicais, picos de floração coincidindo com a época de estiagem são encontrados em diversas regiões na Amazônia (BORCHERT, 2005; PINTO et al., 2008; BENTOS et al., 2008). A chuva tende a inibir a ação de agentes polinizadores em muitas plantas tropicais, com isso as mesmas adotam a estratégia de maiores produções de flores na estação seca (VAN SCHAİK, 1993). Outro fator considerável na produção de flores para o camu-camu é a exigência nutricional, principalmente em relação a disponibilidade de nitrogênio (ABANTO-RODRÍGUEZ et al., 2016; CASTRO; MUÑOZ, 2018). Este nutriente atua nos diferentes processos de crescimento e eventos reprodutivos das plantas (BARCELÓ COLL et al., 2005).

O padrão de floração do camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh), foi do tipo anual (um pico durante o ano), embora Newstrom et al., (1994) menciona a não ocorrência do padrão anual em espécies tropicais, tendo a presença de flores o ano todo. Munguía - Rosas et al., (2011), mostram a influência da distribuição temporal das flores ao longo dos meses, garantindo êxito reprodutivo nas plantas. A relação entre a duração da floração e os sistemas de polinização, regulam o tempo disponível para a polinização, relevância nas interações inseto-planta (CORTÉS-FLORES et al., 2017).

A frutificação apresentou maior ocorrência no período de chuva do ano, tendo uma frequência significativa das fenofases. Informações relevantes foram verificados por Parolin et al., (2010) em muitas espécies típicas de planícies inundáveis da bacia Amazônica, apresentando a maturação dos frutos na estação chuvosa, corroboram com os resultados do presente estudo, altas taxas de frutos de camu-camu em época de maior chuva em levantamento fenológico também em Belém/PA (MAUÉS; COUTURIER, 2002). Os fatores agrônômicos também exercem influência sobre as fases de maturação do camu-camu, como nível de fertilidade química do solo (TENAZOA et al., 2016), práticas de poda (DURAND- VALENCIA, 2018).

Na estação seca o comportamento é de alta sincronia para o botões florais e baixa sincronia para as flores em antese, fruto verde, fruto maduro e disseminação. Em espécies da família Myrtaceae, como *Eugenia uniflora* e *Eugenia neonitida*, ocorreu assincronismo nas fenofases reprodutivas e vegetativas entre plantas da mesma população, comportamento que efetiva a polinização cruzada, através do forrageio dos insetos em busca de alimentação (SILVA; PINHEIRO, 2007). O camu-camu apresenta grande assincronismo entre as fenofase reprodutivas, sendo comum a presença de diferentes fases de maturação dos frutos, principalmente em áreas de terra- firme (LIMA; YUYAMA, 2011).

Quanto ao padrão de correlação da espécie, as representatividades foram predominantemente positivas significativa para as duas variáveis climática do estudo. A correlação por sua vez, é muito indicado para o comportamento das fenofases com as variáveis ambientais em virtude da dificuldade em se estudar espécies trópicas, nesse caso, a temperatura possui forte influência nos eventos fenológicos das plantas, isto por conta das alterações climáticas (URREGO et al., 2016).

Em relação ao abricó, constou na análise uma maior taxa de ocorrência da floração na estação chuvosa, essa informação gera um grande contraste uma vez que a floração na estação seca é vantajosa no que tange a presença de polinizadores nas plantas (CARDOSO, 2011). A presença de fruto verde apresentou taxas elevadas durante todo período de avaliação, os frutos maduros e disseminados tiveram comportamento semelhante, indicando um padrão de florescimento anual (NEWSTROM et al., 1994), sendo frutificação na estação chuvosa (VAN SCHAİK, et al., 1993; BENTOS et al., 2008; WAGNER et al., 2014).

O grau de sincronia revela alta sincronia para os botões florais, fruto verde, folha nova e folha madura na estação chuvosa. Na Estação seca ocorre alta sincronia dos eventos nos botões florais, flor aberta, fruto verde, folha nova e folha madura. Houveram baixa sincronia com a floração e desfolha parcial na estação chuvosa e na estação seca as fenofases com baixa sincronia abrangeu os frutos maduros, disseminação e desfolha parcial. A assincronia se apresentou com os frutos maduros e disseminando. Nesse sentido, a ocorrência da assincronia é entendida como instrumento na garantia da presença de visitantes florais durante o ano, mesmo com baixos valores de sincronismo, geram uma eficiência reprodutiva das plantas (PEÑUELA et al., 2019).

A correlação da espécie foi significativa apenas entre algumas fenofases, tendo uma correlação positiva do botão floral, fruto maduro e disseminando com a precipitação, ao passo que a correlação com a temperatura só foi significativa com a disseminação e desfolha parcial.

Diante disso, o presente estudo demonstrou notória influência das chuvas quanto à produção de botões florais nas culturas do camu-camu e abricó, principalmente, em posse que a disponibilidade hídrica é necessária na formação dos órgãos reprodutivos do vegetal, reidratação dos tecidos, regulação dos eventos biológicos em ecossistemas tropicais caracterizados como sazonais (BATALHA; MANTOVANI, 2000; PAVON; BRIONES, 2001; DA SILVA, et al., 2019).

Além do mais, observou-se que os parâmetros avaliados sofreram forte influência da precipitação, evidenciando a maior presença de botões florais e floração em épocas chuvosas e com menor incidência em períodos onde a pluviosidade é reduzida, porém com relativa significância. Os meses com menor pluviosidade tiveram os maiores percentuais.

A sazonalidade apresentada só foi significativa com algumas variáveis, como a flor em plena antese, fruto maduro e a disseminação. Ademais, no âmbito da sazonalidade, Talora e Morellato (1999), ressaltam a questão a diferença dos fatores ambientais com o comportamento fenológico de determinada espécie em locais onde existe pouca sazonalidade, tendo influência mínima dos fatores abióticos, perante os locais onde a sazonalidade é bem evidente.

Diante disso, o estudo de fenologia na zona tropical é importante por conta da influência de alguns fatores como o desmatamento, como moldados das paisagens e a mudança do clima, influenciando nos eventos de floração e frutificação das espécies (RIBEIRO, 2011).

As mudanças foliares foram constantes nas avaliações, sendo comum a emissão de brotos novos e a queda das folhas antigas. Espécie como açaí, camu-camu e abricó, diante dos dados e fatores avaliados. A desfolha parcial do açaí está ligada a emissão dos botões florais (espata), desprendendo-a para que a espata fique livre no estipe (OLIVEIRA, 2002a). Enquanto o comportamento foliar das demais espécies, por serem perene e não caducifólias, a presença de folhas maduras e a troca foliar apresentaram comportamento contínuo. No entanto, diversos autores abordam sobre a queda das folhas serem sazonais em regiões tropicais, onde a variabilidade a nível intra e inter-anual do ambiente, exercem alterações nos aspectos foliares (GIRARDIN et al., 2016; WAGNER et al., 2016; ROWLAND et al., 2018). Entretanto, o entendimento sobre a fenologia foliar requer uma análise com múltiplas variáveis ambientais, além da abordagem sobre a perspectiva fisiológicas e evolutiva das plantas (DURAND-VALENCIA et al., 2018).

Diversos estudos apontam a necessidade de investigação da fenologia perante a fatores ambientais, ainda pouco abordados em estudos ecológicos como influência da umidade e nutrientes no solo, insolação diária (BORCHERT et al., 2015) cobertura de nuvens (PAU et al., 2013), mudança no uso da terra (GORDO; SANZ, 2010). Da mesma forma, abordagens ecofisiológicas perante os eventos fenológicos necessitam serem incorporadas para o entendimento do comportamento fenológico das frutíferas tropicais (WOLKOVICH et al., 2012; MORELLATO et al., 2013).

7. CONCLUSÃO

A análise da fenologia do açaizeiro em condições de cultivo em terra firme permitiu observar que a emissão de espata e floração ocorreu com maior intensidade na estação chuvosa. Enquanto na frutificação é o contrário, sendo mais expressiva na época de menor incidência de chuvas. A troca de folhas é constante, e a presença de folhas maduras é registrada em todo período de avaliação. O conhecimento da fenologia permitirá planejar com maior precisão o período ideal para realizar os estudos das interações planta-polinizador da espécie.

No camu-camu e abricó foi possível analisar variação sazonal na ocorrência dos eventos fenológicos, onde o índice pluviométrico exerce influência em grande parte das fases de floração e frutificação. Esses resultados auxiliam na definição do melhor período do ano para realizar os estudos sobre interações planta-polinizador dessa importante espécie frutífera.

8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABANTO-RODRÍGUEZ, C.; Alves-Chagas, E.; COSTA-SILVEIRA de ALBUQUERQUE, T.; TADASHI-SAKAZAKI, R.; FARIAS-ARAÚJO, W.; DA SILVA-CHAVES, J. Early growth of camu-camu plants with nitrogen fertilization through fertirrigation. **Scientia Agropecuaria**, v. 7, n. 4, p. 467-376, 2016.

ACIOLI, A. N. S.; BARBOSA, M. L. L.; NORONHA, A.C.S.; LEMOS, W.P. Camu-camu. *In*: SILVA, N. M.; ADAIME, R.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Pragas agrícolas e florestais na Amazônia**. vol.1 Brasília: Embrapa, 2016. p.95-105.

ANDRADE NETO, R. C.; NEGREIROS, J. R. S.; ARAÚJO NETO, S. E.; CAVALCANTE, M. J. B.; ALÉCIO, M. R.; SANTOS, R. S. **Diagnóstico da potencialidade da fruticultura no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2011. 38 p. (Embrapa Acre - Documentos, 125).

APG, I.V. Angiosperm Phylogeny Group IV. p.1-20 2016.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; JUNIOR, J. Z.; ÁVILA, A. M. H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, 2004.

ASSUNCAO, V.A.; CASAGRANDE, J. C.; SARTORI, A.L.B. Floristics and reproductive phenology of trees and bushes in Central West Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 2, p. 785-800, 2014.

BARCELÓ COLL, J.; NICOLAS RODRIGO, G.; SABATER GARCIA, B.; SANCHEZ TAMES, R. Fisiología Vegetal Ed. **Pirámide, Madrid**, 2005.

BASLER, D. Evaluating phenological models for the prediction of leaf-out dates in six temperate tree species across central Europe. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 217, n. 1, p. 10–21, 2016.

BATALHA, M.A.; MANTOVANI, W. 2000. 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.

BEGNINI, R.M.; DA SILVA, F.R.; CASTELLANI, T.T. Fenologia reprodutiva de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae) em Floresta Atlântica no sul do Brasil. **Biotemas**, v. 26, n. 4, p. 53-60, 2013.

BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Brazilian Journal of Botany**, v. 25, n. 3, p. 269-275, 2002.

BENTOS T.V., MESQUITA R.C., WILLIAMSON G.B. Reproductive Phenology of Central Amazon Pioneer. **Trees**. Tropical Conservation Science, v.1, n.03, p.186-203, 2008.

BORCHERT, R.; CALLE, Z.; STRAHLER, A. H.; BAERTSCHI, A.; MAGILL, R. E.; BROADHEAD, J. S.; KAMAU, J.; NJOROGE, J.; MUTHURI, C. Insolation and photoperiodic control of tree development near the equator. **New Phytologist**, v. 205, n. 1, p. 7-13, 2015.

BORCHERT, R.; RENNER, S.S.; CALLE, Z.; NAVARRETE, D.; TYE, A.; GAUTIER, L.; SPICHIGER, R.; VON HILDEBRAND, P. (2005). Photoperiodic induction of synchronous flowering near the Equator. **Nature**, v. 433, n. 7026, p. 627, 2005.

BORCHERT, R.; RIVERA, G.; HAGNAUER, W. Modification of vegetative phenology in a tropical semi-deciduous forest by abnormal drought and rain. **Biotropica**, v. 34, n. 1, p. 27-39, 2002.

BOVI, M. L. A.; DIAS, G.S.; GODOY JÚNIOR, G. Biologia floral do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) in: **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA**, Ouro Preto, 1986. Resumos. p.61.

BRADLEY, A. V.; GERARD, F. F.; BARBIER, N.; WEEDON, G. P.; ANDERSON, L. **Bragantia**, v. 62, n. 3, p.499-505, 2003.

BRADLEY, A. V.; GERARD, F. F.; BARBIER, N.; WEEDON, G. P.; ANDERSON, L. O.; HUNTINGFORD, C.; ARAI, E. Relationships between phenology, radiation and precipitation in the Amazon region. **Global Change Biology**, v. 17, n. 6, p. 2245-2260, 2011.

CABRERA, W. H.; WALLACE, R. Patrones fenológicos de ocho especies de palmeras en un bosque amazónico de Bolivia phenological patterns of eight palm species in an amazon forest of Bolivia. **Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental**, n. 21, p. 1-18, 2013.

CALVI, G. P.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis*-Mart em trecho de floresta de altitude no Município de Miguel Pereira-RJ. **Revista Universidade Rural**, v. 25, n. 1, p. 33-40, 2005.

CALZAVARA, B.B.G. As possibilidades do açaizeiro no estuário amazônico. **Boletim Faculdades Ciências Agrárias**, n.5, p.165-230, 1972.

CÂMARA, G.M.S. Fenologia é ferramenta auxiliar de técnicas de produção. **Visão Agrícola**, v. 3, n. 5, p. 63-66, 2006.

CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R.; DALASTRA, I. M.; ALVES CHAGAS, E.; GUIMARÃES, V. F.; DALASTRA, G. M. Sistema desponte na produção de figos verdes 'Roxo de Valinhos'. **Ciência Rural**, v. 40, n. 1, p. 25-29, 2010.

CAMPBELL, R. J. Collecting *Mammea americana* L. In tropical america: potential for Florida. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 118, p. 242-243, 2005.

CARDOSO, G.L. **Composição florística e fenologia de quatro áreas de floresta de Terra firme com diferentes históricos de alteração antrópica no município**

de Manaus. Tese (Doutorado em Diversidade Biológica), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM. Pp. 154, 2011.

CASTRO, E. R.; GALETTI, M.; MORELLATO, L. P. C. Reproductive phenology of *Euterpe edulis* (Arecaceae) along a gradient in the Atlantic rainforest of Brazil. **Australian Journal of Botany**, v. 55, n. 7, p. 725-735, 2007.

CASTRO, E. V. V.; MUÑOZ, P.C. Absorción de macronutrientes en la fenología reproductiva de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh "camu camu" en un ecosistema inundable de la región Ucayali. **Revista Indizada de Investigación Científica Huacho, Perú.** v.4, n.3, p.33-36, 2015.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia.** 6 ed. Belém: CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996. 279p.

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia.** 5.ed. Belém: CEJUP, 1991. 279p.

CHAGAS, E. A.; BACELAR-LIMA, C. G.; CARVALHO, A.S.; RIBEIRO, M. I. G.; SAKAZAKI, R. T.; NEVES, L. C. Propagação do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mcvaugh). **Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 1, p. 67-73, 2012.

CHAGAS, E. A.; LOZANO, R. M. B.; CHAGAS, P. C.; BACELAR-LIMA, C. G.; GARCIA, M. I. R.; OLIVEIRA, J. V.; ARAÚJO, M.C.R. Intraspecific variability of camu- camu fruit in native populations of northern Amazonia. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 15, n. 4, p. 265-271, 2015.

CHAMBERS, L.E.; ALTWEGG, A.; BARBRAUD, C.; BARNARD, P.; BEAUMONT, L.J.; CRAWFORD, R.J.M.; DURANT, J.M.; HUGHES, L.; KEATLEY, M.R.; LOW, M.; MORELLATO, P.C.; POLOCZANSKA, E.C.; RUOPPOLO, V.; VANSTREELS, R.E.T; WOEHLER, E.J.; WOLFAARDT, A.C. Phenological changes in the southern hemisphere. **PloS one**, v. 8, n. 10, p. e75514, 2013.

CHAVES-FLORES, W.B. A importância econômica do camu-camu. **Toda fruta** v. 3, n. 27, p. 36-7, 1988.

CIFUENTES, L.; MORENO, F.; ARANGO, D.A. Comportamiento fenológico de *Euterpe oleracea* (Arecaceae) en bosques inundables del Chocó biogeográfico. **Revista mexicana de biodiversidad**, v. 84, n. 2, p. 591-599, 2013.

CIRINO, L. D. S.; VITORINO, M. I.; HOLANDA, B. S. Análise climática da variabilidade natural e antrópica para uma metrópole amazônica. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 6, n. 2, p. 3-26, 2019.

CLEMENT, C. R. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, v. 53, n. 2, p. 188-202, 1999.

CLEMENT, C. R.; MÜLLER, C. H.; FLORES, W. B. C. Recursos genéticos de espécies frutíferas nativas da Amazonia Brasileira. **Acta Amazonica**, v. 12, n. 4, p. 677-695, 1982.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Açaí-Análise Mensal-Março/2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-gro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-acai>. Acesso em: 30 maio. 2019.

CORREA, S. I.; FREYRE, S. P.; ALDANA, M. M. Caracterización morfológica y evaluación de la colección nacional de germoplasma de camu camu *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh, del INIA Loreto-Perú. **Scientia Agropecuaria**, v. 2, n. 4, p. 189-201, 2011.

CORTÉS-FLORES, J., HERNÁNDEZ-ESQUIVEL, K. B., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A.; IBARRA-MANRÍQUEZ, G. Flowering phenology, growth forms, and pollination syndromes in tropical dry forest species: influence of phylogeny and abiotic factors. **American Journal of Botany**, v. 104, n. 1, p. 39-49, 2017.

CRUZ, C. O.; RESENDE, M. D. V. Mejoramiento genético y tasa de autofecundación del camu-camu arbustivo em la Amazonía Peruana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 450-454, 2008.

DA SILVA, A. L. G.; PINHEIRO, M. C. B. Biología floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta bot. bras**, v. 21, n. 1, p. 235-247, 2007.

DA SILVA, P. O.; DA SILVA ALMEIDA, S. E.; OLIVEIRA, T. C. S.; DE OLIVEIRA MENINO, G. C.; ALVES, R. D. F. B. Influência climática e sazonalidade da fenologia reprodutiva de *Qualea parviflora* Mart.(Vochysiaceae) em cerradão. **Iheringia. Série Botânica.**, v. 74, 2019.

D'EÇA-NEVES, F. F.; MORELLATO, L. P. C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, n. 1, p. 99-108, 2004 .

DO BRASIL, Flora. 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. v. 23, 2016. Disponível em:< <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 23 fevereiro.2019.

DUNTHORN, M. Cryptic dioecy in *Mammea* (Clusiaceae). **Plant Systematics and Evolution.**, v. 249, n. 3-4, p. 191–196, 2004.

DURAND-VALENCIA, J.; PINEDO-PANDURO, M. H.; PAREDES-DAVILA, E.; LOPEZ, C. Z.; ROMERO-VILLACREZ, L.; BARDALES-LOZANO, R.; CASTILLO-TORRES, D.; RODRIGUEZ, C. A; CHAGAS, E. A.; MELO, V. F. Methods of pruning and thinning in a flooded camu-camu plot. **Journal of Applied Biology & Biotechnology**, v. 6, n. 05, p. 42-48, 2018.

FERREIRA M.G.R.; RIBEIRO, G.D. **Coleção de fruteiras tropicais da Embrapa Rondônia**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2006. 14 p. (Comunicado Técnico, 306).

FERRERA, T. S.; PELISSARO, T. M.; EISINGER, S. M.; RIGHI, E. Z.; BURIOL, G. A. Fenologia De Espécies Nativas Arbóreas Na Região Central Do Estado Do Rio Grande Do Sul. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 753-766, 2017.

FISHER, N.I.; LEE, A.J. A correlation coefficient for circular data. **Biometrika**, v.70, n. 2, p.327-332,1983.

FORREST, J.; MILLER-RUSHING, A.J. Toward a synthetic understanding of the role of phenology in ecology and evolution. – Phil. Trans. **R. Soc.** n. 365, p. 3101–3112, 2010.

FOURNIER, L. A. O.; CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características de los árboles tropicales. **Turrialba**, v. 25, n. 1, p. 45-48, 1975.

FREITAS, J. L.; SANTOS, M. M. L. S.; OLIVEIRA, F. A. Fenologia reprodutiva de espécies potenciais para arranjo em sistemas agroflorestais, na Ilha de Santana, Amapá. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 53, n. 1, p. 78-86. 2010.

GALETTI, M.; DONATTI, C. I.; PIRES, A. S.; GUIMARÃES JR, P.R. JORDANO, P. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 151, n. 1, p. 141-149, 2006.

GARCIA, V.A.; BARBEDO, C.J. Phenology of *Bactris gasipaes* Kunth, *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman in the Vale do Ribeira, São Paulo State, Brazil. **Hoehnea**, v. 43, n. 1, p. 135-149, 2016.

GENTRY, A. H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. v.6, n.1 **Biotropica**, p. 64-68, 1974.

GERVAIS, L.; LAVIGNE, C. Mamey (*Mammea americana* L.) in Martinique Island: an inheritance to be developed. **Fruits**, v. 62, n. 4, p. 237-246, 2007.

GIRARDIN, C. A.; MALHI, Y.; DOUGHTY, C. E.; METCALFE, D. B.; MEIR, P.; DEL AGUILA-PASQUEL, J.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; DA COSTA, A.C.L.; SILVA-ESPEJO, J.E.; AMÉZQUITA, F.F.; ROWLAND, L. Seasonal trends of Amazonian rainforest phenology, net primary productivity, and carbon allocation. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 30, n.5, p. 700-715, 2016.

GONZALES, A.; LINARES, C. Sistema de producción de camu camu en restinga.

GORDO, O.; SANZ, J.J. Impact of climate change on plant phenology in Mediterranean ecosystems. **Global Change Biology**, v. 16, n. 3, p. 1082-1106, 2010.

HENDERSON, A. **Evolution and ecology of palms**. New York: The New York Botanical Garden Press, 2002. 259 p

HENDERSON, A.; GALEANO, G. Euterpe, Prestoea and Neonicholsonia (Palmae). **Flora Neotropica**, v. 72, p. 1-89, 1996.

INGA, H.; PINEDO, M.; DELGADO, C.; LINARES, C.; MEJÍA, K. Fenología Reproductiva de *Myrciaria dubia* McVaugh (H.B.K.) Camu-Camu. **Folia Amazonica**. v. 12, n. 1-2, p. 99-106, 2001.

JARDIM, M. A. G.; KAGEYAMA, P. Y. Fenología de floração e frutificação em população natural de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário amazônico. **IPEF**, v. 47, p. 62-65, 1994.

JARDIM, M.A.G.; ANDERSON, A.B. Manejo de populações nativas de açazeiro no estuário amazônico resultados preliminares. **Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo**, v. 15, p. 1-18, 1987.

LARA, C. E.; DÍEZ, M. C.; RESTREPO, Z.; NÚÑEZ, L. A., MORENO, F. Flowering phenology and flower visitors of the Macana Palm *Wettinia kalbreyeri* (Arecaceae) in an Andean montane forest. **Revista mexicana de biodiversidad**, v. 88, n. 1, p. 106-112, 2017.

LIMA, C.G.B.; YUYAMA, K.; Aspectos fenológicos. In: YUYAMA, K.; VALENTE, J.P. In: YUYAMA, K.; VALENTE, J.P.(Org.). **CAMU-CAMU *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh** ed. Curitiba, PR: CRV,2011. 216p.

M. Effect of processing on the physicochemical and sensory properties of mammee apple (*Mammea americana* L.) fruit. **Agrociencia**, v. 48, n. 4, p. 377-385, 2014.

MACHADO, W. J. **Fenologia da vegetação em áreas de Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil**. 2018. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

MANTOVANI, A.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitero *Euterpe edulis* (Arecaceae). **Sellowia**, Itajaí, v. 49-52, p. 23-38, 2000.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mapa vai lançar plano para aumentar exportações de fruta**, 2018. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/noticias/mapa-vai-lancar-plano-paraaumentar-exportacoes-de-frutas>. Acesso em: 18 fev. 2019.

MARDIA, K.V.; JUPP, P.E. **Statistics of directional data**. 2ed. John Wiley & Sons, 2000. p.429.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2008.

MARQUES, M. C. M.; ROPER, J. J.; SALVALAGGIO, A. P. B. Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. **Plant Ecology**, v. 173, n. 2, p. 203-213, 2004.

MARTIN, M. P.; PETERS, C; M.; ASHTON, M. S. Revisiting Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Twenty-seven years of fruit collection and flooding at an Oxbow Lake in Peruvian Amazonia. **Economic botany**, v. 68, n. 2, p. 169-176, 2014.

MAUÉS, M. M.; COUTURIER, G. Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh, Myrtaceae) no Estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 4, p. 441-448, 2002.

MORELLATO, L. P. C.; ALBERTI, L. F.; HUDSON, I.L. Applications of circular statistics in plant phenology: A case studies approach. *In*: HUDSON, I.L.; KEATLEY M. R. (Org.), **Phenological research: Methods for environmental and climate change analysis**. Springer, 339–359, 2010.

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. Springer, p. 91-113, 2013.

MORELLATO, L.P.C.; TALORA, D.C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C.C.; ROMERA. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study 1. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 811-823, 2000.

MUNGUÍA-ROSAS, M.A.; OLLERTON, J.; PARRA-TABLA, V.; DE-NOVA, J. A. Meta-analysis of phenotypic selection on flowering phenology suggests that early flowering plants are favoured. **Ecology letters**, v. 14, n. 5, p. 511-521, 2011.

NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H. **Propagação do abricoteiro**. Belém: Embrapa-CPATU/PA, 2008. 19p. (Documentos, 344).

NASCIMENTO, W.M.O.; CARVALHO, J.E.U.; A cultura do camu-camu. Embrapa Amazônia Oriental, **Coleção Plantar**, v. 71, p. 81, 2012.

NEWSTROM, 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, n. 2, p. 141-159, 1994.

NOGUEIRA, O.L. **Regeneração, manejo e exploração de açazais nativos de várzea do estuário amazônico**. 1997. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Pará, Belém, 1997.

OLIVEIRA, L. P.; TAVARES, G.S. (Org.) **Programa de desenvolvimento da cadeia produtiva do açaí no estado do Pará**. Belém: SEDAP,2016, 41 p.

OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MULLER, C. H. **Cultivo do açaizeiro para produção de frutos**. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, p. 18. 2002b. (1517-211X).

OLIVEIRA, M.S.P. **Biologia floral do açaizeiro em Belém, PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental2002a.26p.(BoletimdePesquisaDesenvolvimento08). Disponível em:https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Biologia_Floral_00_0gbzbgqz4_0wx5ok01dx9lc18awi2w.pdf. Acesso em: 12 abr. 2019.

OLIVEIRA, M.S.P; FARIAS NETO, J.T.**Cultivar BRS-Pará: Açaizeiro para Produção de Frutos em Terra Firme**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. (Comunicado técnico 114).

ORDÓÑEZ-SANTOS, L. E.; MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, G. M.; VÁZQUEZ-RIASCOS, A. M. Effect of processing on the physicochemical and sensory properties of mammee apple (*Mammea americana* L.) fruit. *Agrociencia*, v. 48, n. 4, p. 377-385, 2014.

ORDONEZ-SANTOS, L. E.; MARTINEZ-ALVAREZ, G. M.; VAZQUEZ-RIASCOS, A.PAROLIN, P.; LUCAS, C.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F. Drought responses of flood-tolerant trees in Amazonian floodplains. **Annals of botany**, v. 105, n. 1, p. 129-139, 2010.

PAU, S.; WOLKOVICH, E. M.; COOK, B. I.; NYTCH, C. J.; REGETZ, J.; ZIMMERMAN, J. K.; WRIGHT, S. J. Clouds and temperature drive dynamic changes in tropical flower production. **Nature Climate Change**, v. 3, n. 9, p. 838, 2013.

PAROLIN, P.; LUCAS, C.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F. Drought responses of flood-tolerant trees in Amazonian floodplains. **Annals of botany**, v. 105, n. 1, p. 129-139, 2010.

PAVÓN, N. P.; BRIONES, O. Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical semi-arid Mexican scrub. **Journal of Arid Environments**, v. 49, n. 2, p. 265-277, 2001.

PEÑUELA, M. C.; BUSTILLOS-LEMA, M.; ÁLVAREZ-SOLAS, S.; NÚÑEZ-AVELLANEDA, L.A. Reproductive phenology variation of the multiple inflorescence-palm tree *Wettinia maynensis* in relation to climate, in a Piedmont forest in western Amazonia. **Trees**, v. 33, n. 3, p. 867-876, 2019.

PETERS, C.M.; VASQUEZ, A. Estudios ecológicos de Camu-Camu (*Myrciaria dubia*). Producción de frutos en poblaciones naturales. **Acta Amazonica**, v. 17, p. 161- 188,1987.

PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; THOMAZIELLO, R. A.; CAMARGO, PINEDO, P. M.; RIVA, R. R.; RENGIFO. S. E.; DELGADO, V. C.; VILLACRÉS, V. J.; PINTO, A.M.; MORELLATO, L.P.C.; BARBOSA, A.P. Arabica coffee fruits phenology assessed through degree days, precipitation, and solar radiation exposure on a daily basis. **International journal of biometeorology**. V.62, p. 499–505, 2003.

PINEDO, P. M.; RIVA, R. R.; RENGIFO. S. E.; DELGADO, V. C.; VILLACRÉS, V. J.; GONZALES, A.; LINARES, C. Sistema de producción de camu camu en restinga. **Manual Técnico IIAP**. Iquitos-Perú, 2001.

PINTO, A. M.; MORELLATO, L. P. C.; BARBOSA, A. P. Fenologia reprodutiva de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Fabaceae) em duas áreas de floresta na Amazônia Central. **Acta amazônica**, p. 643-649, 2008.

PIRES-O`BRIEN, M. J.; O`BRIEN, C. M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém: Faculdade de Ciencias Agrarias do Pará: Serviço de Documentação e Informação, 400 p, 1995.

RAMOS, A. M.; SANTOS, L. A. R.; FORTES, L. T. G. (ed.). **Normais climatológicas do Brasil, 1961-1990**. Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA, 2009.

RAMOS, DM. Comportamento fenológico de gramíneas em um campo sujo de Cerrado: da indução de floração à emergência de plântulas. 2010. Dissertação (mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

REIS, V.; GOIS, D.; BARBOSA, E.; SOUZA, H. T.; SOUZA, R. M. Fito indicação como método comparado de avaliação de mudanças ambientais em remanescentes florestais e áreas urbanas de Sergipe. **Sociedade & Natureza**, v. 24, n. 3, p. 535-544, 2012.

RIBEIRO, E.K.M.D.R. **Fenologia e atributos reprodutivos de espécies ocorrentes em restinga no Maranhão**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Universidade Federal do Pernambuco, Recife, PE. 2011.

ROWLAND, L.; DA COSTA, A. C.; OLIVEIRA, A. A.; ALMEIDA, S. S.; FERREIRA, L.V.; MALHI, Y.; METCALFE, D.B.; MENCUCCINI, M.; GRACE, J.; MEIR, P. Shock and stabilisation following long-term drought in tropical forest from 15 years of litterfall dynamics. **Journal of Ecology**, v. 106, n. 4, p. 1673-1682, 2018.

SANTOS, E. F.; LEMOS, E. E. P.; PAULA REZENDE, L.; ARAÚJO, R. R.; GALLO, C.M.; SILVA OLIVEIRA, J. D.; LIMA SALVADOR, T. Comportamento fenológico de acessos de cambuzeiro em zona de tabuleiros costeiros de Alagoas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 4, p. 492-500, 2018.

SEGANTINI, D.M.; TORRES, L.V.; BOLIANI, A.C.; LEONEL, S. Fenologia da figueira- da-índia em Selvíria-MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 630-636, 2010.

SILVA, S.E.L.; SOUZA, A.G.C.; BERNI, R.F. **O Cultivo do Açaizeiro**. Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 4 p. (Comunicado Técnico, 29).

SOUZA, D. N. N.; CAMACHO, R. G. V.; MELO, J. I. M. de; ROCHA, L. N. G.; SILVA, N. F. Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de Caatinga no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Biotemas**, v. 27, n. 2, p. 31-42, 2014.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil**. 2ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 703 p.

TALORA, D. C.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 1, p. 13-26, 2000.

TAVARES, G.S.; HOMMA, A. K. O. **Comercialização do açaí no estado do Pará: alguns comentários**. Observatorio de la Economía Latinoamericana, 2015. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1031486>. Acesso em: 03 jun. 2019.

TENAZOA, N.M.P.; YUPANQUI, H.H.; MARTICORENA, E.S. Concentración y Extracción de Nutrientes y Metales Pesados en la Biomasa Estacional y en la Cosecha de *Myrciaria dubia* (HBK), en un Entisols de Yarinacocha. **Infinitum**. v.6, n. 1, 2016.

TONINI, H. T. Fenologia da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae) no sul do estado de Roraima. **Cerne**, v. 17, n. 1, p. 123-131, 2015.

URREGO, L. E.; DEL VALLE, J. I. Relación fenología-clima de algunas especies de los humedales forestales (guandales) del pacífico sur colombiano. **Interciencia**, v. 26, n. 4, p. 150-156, 2001.

URREGO, L.E.; GALEANO, A.; PEÑUELA, C.; SÁNCHEZ, M.; TORO, E. Climate related phenology of *Mauritia flexuosa* in the Colombian Amazon. **Plant Ecol**, v.217, n.10, p.1207–1218, 2016.

VALDEZ-HERNÁNDEZ, M.; ANDRADE, J. L.; JACKSON, P. C.; REBOLLEDO-VAN SCHAİK, C. P.; TERBORGH, J.W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of ecology and Systematics**, v. 24, n. 1, p. 353-377, 1993.

VENTURIERI, G. Floral biology and management of stingless bees to pollinate assai palm (*Euterpe oleracea* Mart., Arecaceae) in eastern amazon. In: BENFICA ALVAREZ, C.A.; LANDEIRO, M. (ed.). **Pollinators Management in Brazil**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 41p, 2008.

VIEYRA, Phenology of five tree species of tropical dry forest in Yucatan, Mexico: effects of environmental and physiological factors. **Plant Soil**, v. 329, n. 1–2, p. 155-171, 2010.

VILLACHICA, L. H. **El cultivo del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en la Amazonia Peruana**. Tratado de Cooperación Amazonia, Secretaria Pro-Tempore, Lima, p. 95, 1996.

WAGNER, F. H.; HÉRAULT, B.; BONAL, D.; STAHL, C.; ANDERSON, L. O.; BAKER, T. R.; BOWMAN, D.; BECKER, G.S.; BEECKMAN, H.; SOUZA, D.B.; BOTOSSO, P.C.; BOWMAN, D.M.J.S; BRÄUNING, A.; BREDE, B.; BROWN, F.I.; CAMARERO, J.J.; CAMARGO, P.B.; CARDOSO, F.C. G.; CARVALHO, F.A.; CASTRO, W.; CHAGAS, R.K.; CHAVE, J.; CHIDUMAYO, E.N.; CLARK, D.A.; COSTA, F.R.C.; COURALET, C.; MAURICIO, P.H.S.; DALITZ, H.; CASTRO, V.R.;MILANI, J.E.F.M.; OLIVEIRA, E.C.; ARRUDA, L.S.; DEVINEAU, J.L.; DREW, D.M.; DÜNISCH, O.; DURIGAN, G.; ELIFURAHA, E.; FEDELE, M.; FEDELE, L.F.; FILHO, A.F.; FINGER, C.A.G.; FRANCO, A.C.; JÚNIOR, J.L.F.; GALVÃO, F.; GEBREKIRSTOS, A.; GLINIARS, R.; GRAÇA, P.M.L.A.; GRIFFITHS, A.D.; GROGAN, J.; GUAN, K.; HOMEIER, J.; KANIESKI, M.R.; KHO, L.K.; KOENIG, J.; KOHLER, S.V.; KREPKOWSKI, J.; LEMOS-FILHO, J.P.; LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M.E.; LISI, C.S.; SANTOS, T.L; AYALA, J.L.L.; MAEDA, E.E.; MALHI, Y.; MARIA, V.R.B.; MARQUES, M.C.M.; MARQUES, R.; CHAMBA, H.M.; MBWAMBO, L.; MELGAÇO, K.L.L.; MENDIVELSO, H.A.; MURPHY, B.P.; O'BRIEN, J.J.; OBERBAUER, S.F.; OKADA, N.; PÉLISSIER, R.; PRIOR, L.D.; ROIG, F.A.; ROSS, M.; ROSSATTO, D.R.;ROSSI,V.;ROWLAND,L.; RUTISHAUSER, E.; SANTANA, H.; SCHULZE, M.; SELHORST, D.; SILVA,W.R.; SILVEIRA, M.; SPANNL, S.; SWAINE, M.D.; TOLEDO, J.J.; TOLEDO, M.M.; TOLEDO, M.; TOMA, T.; FILHO, M.T.; HERNÁNDEZ, J.I.V.; VERBESSELT, J.; VIEIRA, S.A.; VINCENT, G.; CASTILHO, C.V.; VOLLAND, F.; WORBES, M.; ZANON, M.L.B.; ARAGÃO, L.E.

O.C. Climate seasonality limits leaf carbon assimilation and wood productivity in tropical forests. **Biogeosciences**, v. 13, n. 8, p. 2537-2562, 2016.

WAGNER, Fabien et al. Pan-tropical analysis of climate effects on seasonal tree growth. **PLoS One**, v. 9, n. 3, p. e92337, 2014.

WILLIAMS-LINERA, G.; MEAVE, J. Patrones feno-lógicos. *In*: GUARIGUATA, M.R.; KATTAN, G.H (Eds.), **Ecología y Conservación de Bosques Tropicales**. p. 407-431). Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2002.

WILLIAMS, R. J.; MYERS, B. A.; EAMUS, D.; DUFF, G. A. **Reproductive Phenology of Woody Species** in a North Australian Tropical Savanna. **Biotropica**, v. 31, n. 4, p. 626-636, 1999.

WOLKOVICH, E. M.; COOK, B. I.; ALLEN, J. M.; CRIMMINS, T. M.; BETANCOURT, J. L.; TRAVERS, S. E.; PAU, S.; REGETZ, J.; DAVIES, T. J.; KRAFT, N. J. B.; AULT, T. R.; BOLMGREN, K.; MAZER, S. J.; MCCABE, G. J.; MCGILL, B. J.; PARMESAN, C.; SALAMIN, N.; SCHWARTZ, M. D.; CLELAND, E. E. Warming experiments underpredict plant phenological responses to climate change. **Nature**, v. 485, n. 7399, p. 494, 2012.

YUYAMA, K. A cultura de camu-camu no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. 2, p. 335-690, 2011.

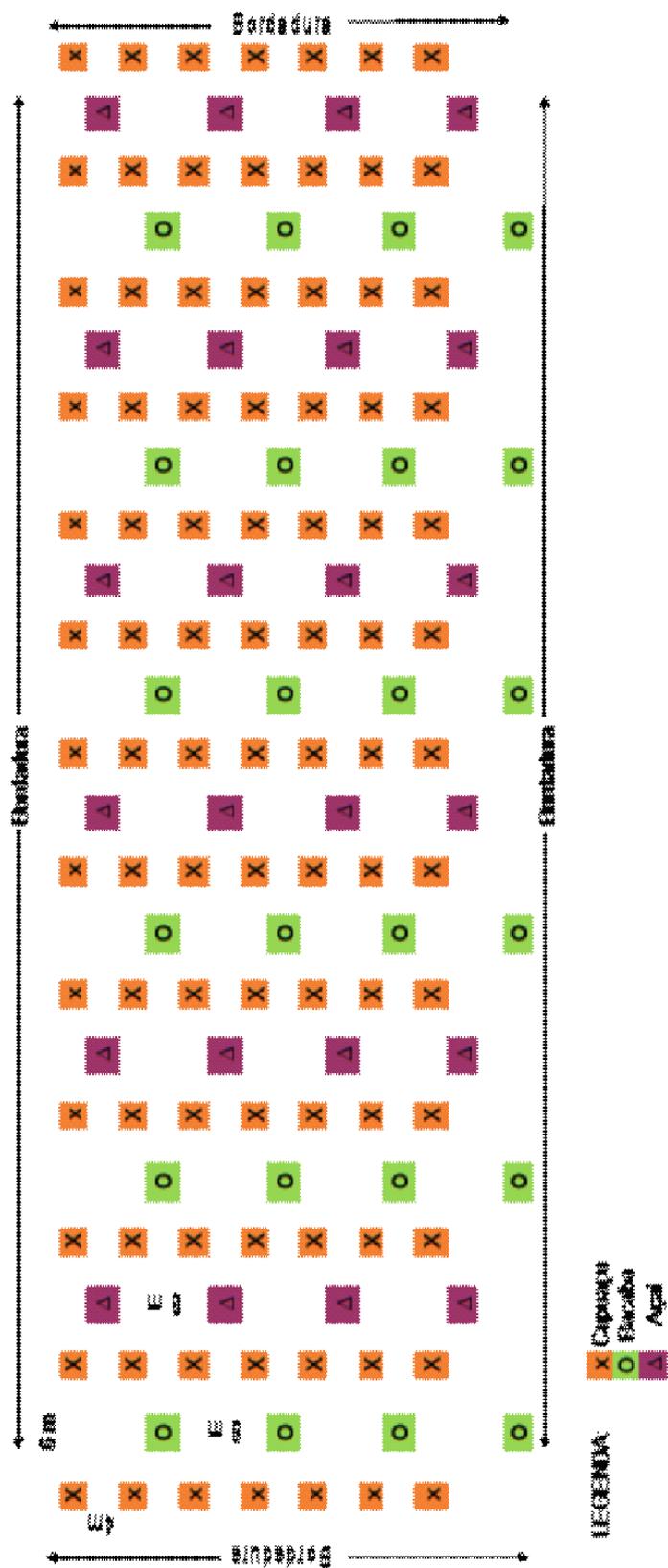
YUYAMA, K.; VALENTE, J.P.; CHÁVEZ-FLORES, W.B. Taxonomia e descrição da planta. *In*: YUYAMA, K.; VALENTE, J.P. (Org.). **CAMU-CAMU *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh.** 1ed. Curitiba, PR: CRV, 2011. 216 p.

ZANIRATO, S. H. O patrimônio natural do Brasil: Patrimônio Cultural e Material. **Projeto História: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados de História**, n.40, p. 128-132, 2010.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**. 4ed. Upper Saddle River: Prentice Hal, 1999.

ANEXOS 1

A. Croqui do consórcio cupuaçu x bacaba x açaí, Embrapa Amazônia Oriental, Belém –



B. Croqui de ensaio dos clones de camu-camu, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/ PA.

Croqui do Ensaio de Competição de Clones de Camu-camu

Plantio: Fevereiro/2010

DBC com 4 repetições e parcelas de três plantas

Início dos Blocos:

*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	x	x	M	x	x	x	x	M	M	x	*
*	x	x	x	M	x	x	M	x	x	x	*
*	M	x	x	x	x	M	x	x	x	x	*
	3	5	1	6	4	10	8	9	2	7	
*	x	M	M	M	x	x	M	x	x	M	*
*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	*
*	x	x	x	x	x	x	x	x	M	x	*
	5	3	9	1	7	2	10	8	6	4	
*	x	x	x	x	x	x	x	M	x	x	*
*	x	x	x	M	x	x	x	x	x	x	*
*	M	M	M	x	M	x	M	x	M	M	*
	2	1	10	7	3	8	6	4	5	9	
*	x	x	x	x	x	M	x	x	x	M	*
*	M	x	x	x	x	x	x	M	x	x	*
*	x	M	x	x	x	x	M	x	M	x	*
	6	8	5	3	7	4	9	1	10	2	
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Rua de acesso ao laboratório de Ecofisiologia

Legenda: *= bordadura externa (mistura dos clones ou camu camu doce)

x: Bloco I (n.º dos clones a partir do início do bloco: 3, 5, 1, 6, 4, 10, 8, 9, 2, 7)

x: Bloco III (n.º clones a partir do início do bloco: 5, 3, 9, 1, 7, 2, 10, 8, 6, 4)

x: Bloco IV (n.º clones a partir do início do bloco: 2, 1, 10, 7, 3, 8, 6, 4, 5, 9)

x: Bloco II (n.º clones a partir do início do bloco: 6, 8, 5, 3, 7, 4, 9, 1, 10, 2)

Covas de 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m contendo: 700g de calcário+200g de SFT+ 10kg de esterco de carneiro.

C. Croqui da coleção de abricoteiro, Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA.

Clone 6 P20 (Hayashi)	Clone 4 P19 (CPATU 2)	Clone 4 P18 (CPATU 2)	Clone 1 P17 (Kamata 1)	Clone 2 (Kamata 2)
Clone 2 P14 (Kamata 2)	Clone 5 P15 (CPATU 1)	Clone 1 P16 (Kamata 1)	Clone 3 (Kamata 3)	Clone 5 (CPATU 1)
Clone 3 P13 (Kamata 3)	Clone 2 P12 (Kamata 2)	Clone 5 P11 (CPATU 1)	Clone 3 P10 (Kamata 3)	Clone 1 (Kamata 1)
Clone 5 P7 (CPATU 1)	Clone 3 (Kamata 3)	Clone 6 P8 (Hayashi)	Clone 2 P9 (Kamata 2)	Clone 6 (Hayashi)
Clone 1 P6 (Kamata 1)	Clone 1 P5 (Kamata 1)	Clone 2 P4 (Kamata 2)	Clone 4 P3 (CPATU2)	Clone 6 (Hayashi)
Clone 4 P1 (CPATU 2)	Clone 6 (Hayashi)	Clone 3 P2 (Kamata 3)	Clone 5 (CPATU 1)	Clone 3 (Kamata 3)
Bloco I	Bloco II	Bloco III	Bloco IV	Bloco V
*Planta masculina *				

**Tucumã – do – amazonas
Maracujá**

APÊNDICE 1

A. Fichas de observações fenológicas – projeto POLINET. *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA.

FICHA DE OBSERVAÇÃO FENOLOGICA – Projeto POLINET										
LOCAL: BAG Camu-camu						DATA:				
NOME VULGAR: Camu-camu						ESPÉCIE: <i>Myrciaria Dubia</i>				
Nº planta	FLORAÇÃO		FRUTIFICAÇÃO			MUDANÇAS FOLIARES				OBSERVAÇÕES
	BLF	FLO	FRV	FRM	DIS	FON	FOM	DEP	DFT	
1										Bloco 2
2										Bloco 2
3										Bloco 2
4										Bloco 2
5										Bloco 2
6										Bloco 2
7										Bloco 2
8										Bloco 4
9										Bloco 4
10										Bloco 4
11										Bloco 4
12										Bloco 4
13										Bloco 4
14										Bloco 4
15										Bloco 4
16										Bloco 4
17										Bloco 3
18										Bloco 3
19										Bloco 3
20										Bloco 3
21										Bloco 3
22										Bloco 3
23										Bloco 1
24										Bloco 1
25										Bloco 1
26										Bloco 1
27										Bloco 1
28										Bloco 1
29										Bloco 1
30										Bloco 1

= ausência da fenofases; 1 = magnitude da fenofase entre 1% e 25%; 2 = magnitude entre 26% e 50%; 3 = magnitude entre 51% e 75% e 4 = magnitude entre 76% e 100%.

BFL: botão floral; **FLO:** floração; **FRV:** fruto verde; **FRM:** fruto maduro; **DIS:** disseminação frutos/sementes; **FON:** folha nova; **FOM:** folha madura; **DEP:** desfolha parcial; **DPT:** desfolha total

B. Fichas de observações fenológicas – projeto POLINET. *Mammea americana* L., na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA.

FICHA DE OBSERVAÇÃO FENOLÓGICA – Projeto POLINET										
Local: Coleção de abricoteiro					Data:					
NOME VULGAR: Abricó					ESPÉCIE: <i>Mammea americana</i>					
Nº planta	FLORAÇÃO		FRUTIFICAÇÃO			MUDANÇAS FOLIARES				OBSERVAÇÕES
	BLF	FLO	FRV	FRM	DIS	FON	FOM	DEP	DFT	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

0 = ausência da fenofases; 1 = magnitude da fenofase entre 1% e 25%; 2 = magnitude entre 26% e 50%; 3 = magnitude entre 51% e 75% e 4 = magnitude entre 76% e 100%.

BFL: botão floral; FLO: floração; FRV: fruto verde; FRM: fruto maduro; DIS: disseminação frutos/sementes; FON: folha nova; FOM: folha madura; DEP: desfolha parcial; DPT: desfolha total

C. Fichas de observações fenológicas – projeto POLINET. *Euterpe oleracea* Mart., na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA.

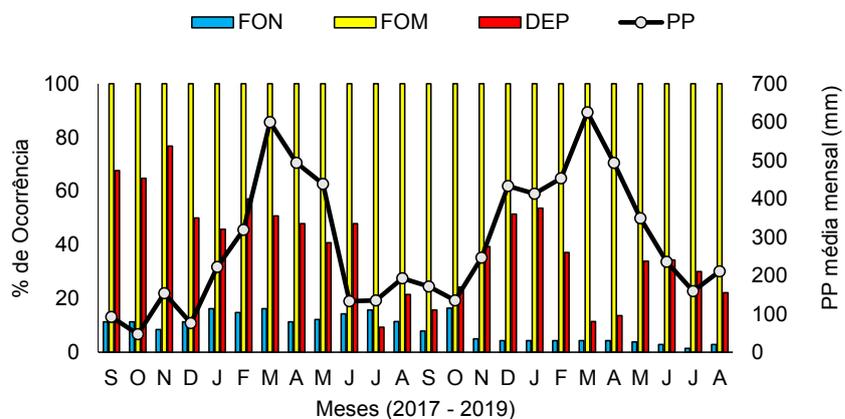
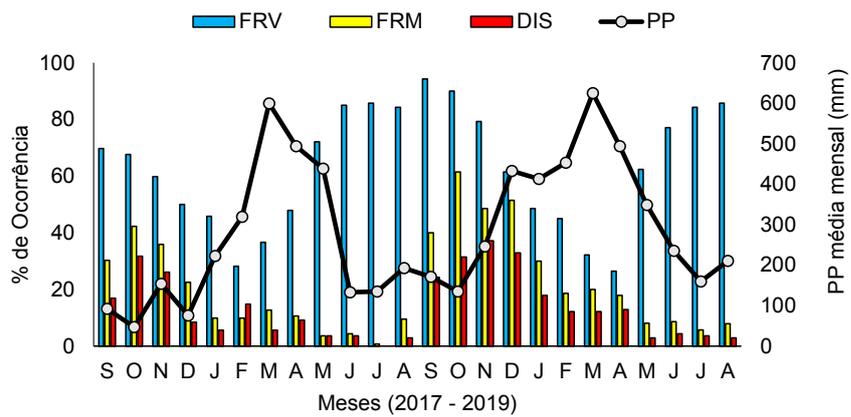
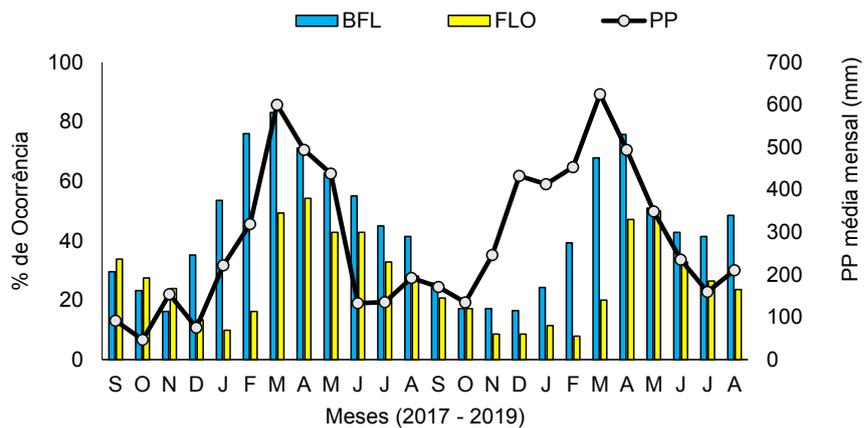
FICHA DE OBSERVAÇÕES FENOLÓGICAS – Projeto POLINET											
LOCAL: BAG Camu-camu						DATA:					
NOME VULGAR: Açai						ESPÉCIE: <i>Euterpe oleracea</i>					
Nº touceira	Nº de estipes	FLORAÇÃO			FRUTIFICAÇÃO			MUDANÇAS FOLIARES			OBSERVAÇÕES
		ESP	FLO	SEC	FRV	FRM	DIS	FON	FOM	DEP	
1	1										
1	2										
1	3										
1	4										
1	5										
2	1										
2	2										
2	3										
2	4										
2	5										
3	1										
3	2										
3	3										
3	4										
3	5										
4	1										
4	2										
4	3										
4	4										
4	5										

em cada estipe, anotar o nº de espatas, nº de inflorescências (“cachos” c/ flores), nº de cachos secos, nº de cachos c/ frutos verde, nº de cachos c/ frutos maduros, nº de cachos c/ frutos disseminando.

ESP: espata; FLO: floração; FRV: fruto verde; FRM: fruto maduro; DIS: disseminação frutos/sementes; FON: folha nova; FOM: folha madura; DEP: desfolha parcial; DPT: desfolha total

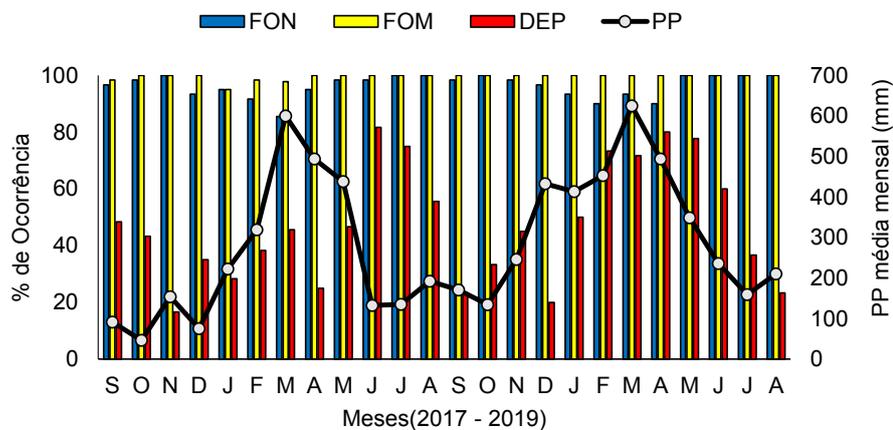
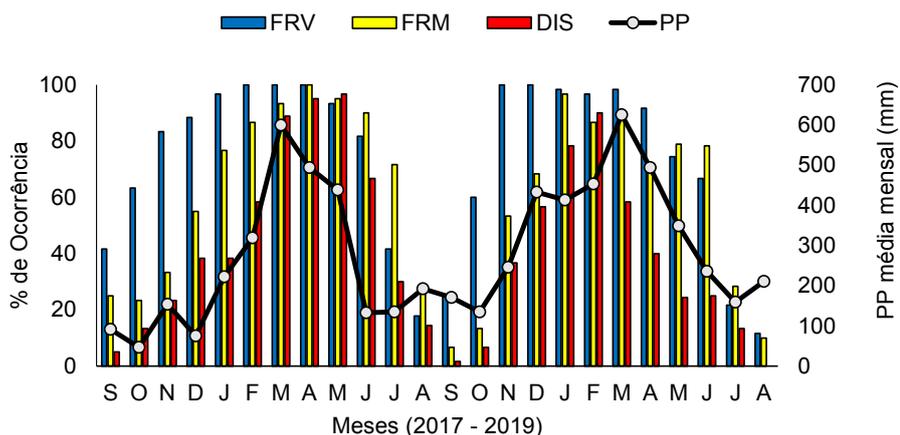
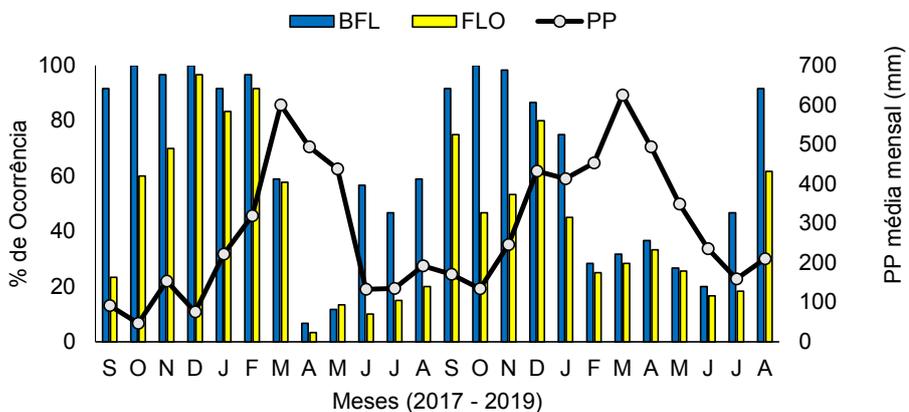
APÊNDICE 2

A. Avaliação fenológica do açaí (*euterpe oleracea* Mart.) durante o período de setembro de 2017 a agosto de 2019 na Embrapa Amazônia Oriental, Belém - PA. Legenda: (BFL: Botão floral; FLO: Floração; FRV: Fruto verde; FRM: Fruto maduro; DIS: Disseminação; FON: Folha nova; FOM: Folha madura; DEP: Desfolha parcial; PP: Precipitação pluviométrica).



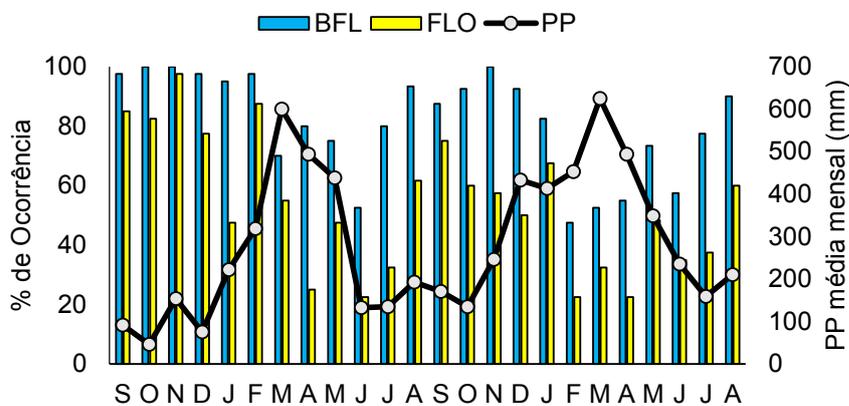
Fonte: (Autores, 2019).

B. Avaliação fenológica do camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) durante o período de setembro de 2017 a agosto de 2019 na Embrapa Amazônia Oriental, Belém - PA. Legenda: (BFL: Botão floral; FLO: Floração; FRV: Fruto verde; FRM: Fruto maduro; DIS: Disseminação; FON: Folha nova; FOM: Folha madura; DEP: Desfolha parcial; PP: Precipitação pluviométrica).

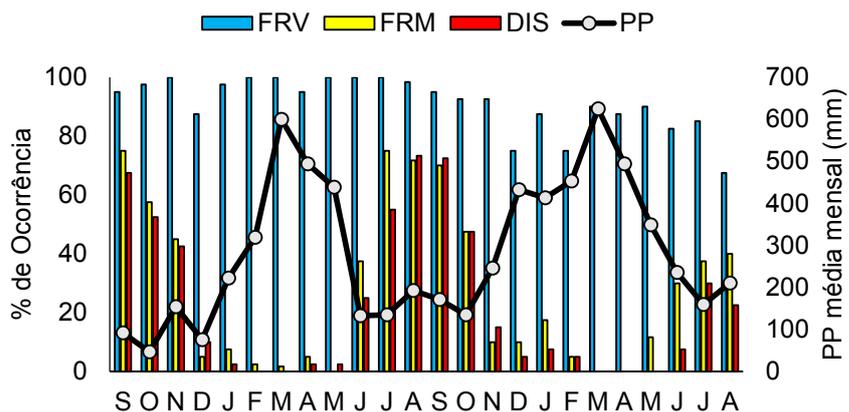


Fonte: (Autores, 2019).

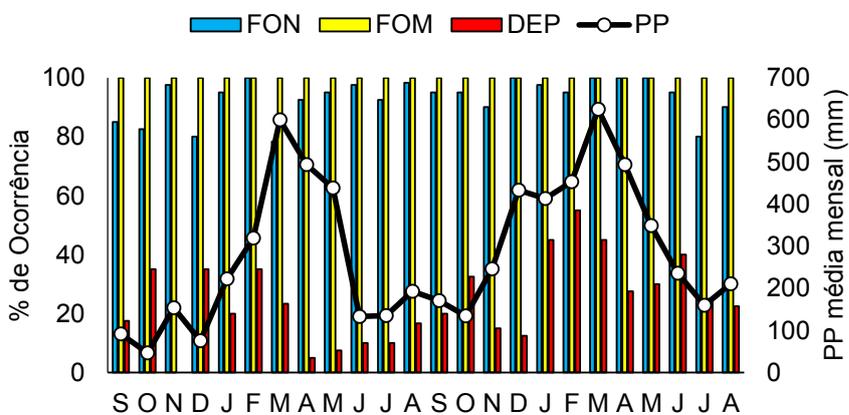
C. Avaliação fenológica do camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) durante o período de setembro de 2017 a agosto de 2019 na Embrapa Amazônia Oriental, Belém - PA. Legenda: (BFL: Botão floral; FLO: Floração; FRV: Fruto verde; FRM: Fruto maduro; DIS: Disseminação; FON: Folha nova; FOM: Folha madura; DEP: Desfolha parcial; PP: Precipitação pluviométrica).



Meses (2017 - 2019)



Meses (2017 - 2019)



Meses (2017 - 2019)

Fonte: (Autores, 2019).



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Trav. Dr. Éneas Pinheiro, nº 2626, Marco, 66095-105
Belém-PA