



Universidade Federal do Amapá
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais



RAFAEL NERI FURTADO

EFEITO DO CLIMA E ALAGAMENTO SOBRE A FENOLOGIA DE *Attalea phalerata*
(ARECACEAE) EM FLORESTA DE VÁRZEA NO NORDESTE DA AMAZÔNIA

MACAPÁ - AP

2019

RAFAEL NERI FURTADO

EFEITO DO CLIMA E ALAGAMENTO SOBRE A FENOLOGIA DE *Attalea phalerata*
(ARECACEAE) EM FLORESTA DE VÁRZEA NO NORDESTE DA AMAZÔNIA

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Ambientais
(PPGCA) da Universidade Federal do
Amapá, como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em
Ciências Ambientais.

Orientador: Dr. José Julio de Toledo

MACAPÁ - AP

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá
Elaborada por Orinete Costa Souza – CRB11/920

Furtado, Rafael Neri.

Efeito do clima e alagamento sobre a fenologia de *Attalea phalerata* (ARECACEAE) em floresta de várzea no nordeste da Amazônia / Rafael Neri Furtado ; Orientador, José Julio de Toledo. – Macapá, 2019.

57 f.

Dissertação (Mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.

1. Palmeira Amazônica. 2. Floresta inundável. 3. Produto florestal não madeireiro. I. Toledo, José Júlio de, orientador. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

577.66 F992e
CDD. 22 ed.

RAFAEL NERI FURTADO

**EFEITO DO CLIMA E ALAGAMENTO SOBRE A FENOLOGIA DE *Attalea phalerata*
(ARECACEAE) EM FLORESTA DE VÁRZEA NO NORDESTE DA AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Aprovada em 03 de junho de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Dr. José Julio de Toledo - Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)

Drª. Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha
Drª. Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha – Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)

Drª. Érica de Souza Módena
Drª. Érica de Souza Módena - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Dr. Salustiano Vilar da Costa Neto
Dr. Salustiano Vilar da Costa Neto – Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do

Estado do Amapá (IEPA)

Dedico aos meus pais Jaci Nogueira (In Memoriam) e Socorro Neris pela dedicação, amor e apoio incondicional.

A todos que, apesar das dificuldades encontradas ao longo do caminho, contribuem com a ciência no Brasil.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas bênçãos, força e oportunidades ao longo desta árdua caminhada até aqui.

Aos meus pais, por acreditarem em mim até mesmo mais do que eu, em especial a pessoa que nos últimos anos é minha maior incentivadora nesta jornada, minha mãe. Aos meus irmãos Edson, Joice e Patrícia, sobrinhos e cunhados por apoio ao longo da vida.

Ao meu orientador, José Julio de Toledo, pela paciência, dedicação e compromisso nestes dois anos de mestrado, além de sua inestimável contribuição a este trabalho.

Gratidão ao Dr. Marcelino Guedes e a Dra. Ana Cláudia Lira por suporte a pesquisa desenvolvida e nunca medirem esforços para realização dos campos, vocês foram essenciais. E ao Adelson, que sempre esteve disposto a ajudar em todos os aspectos do trabalho.

Ao grupo de pesquisa de recursos florestais da Embrapa, onde fiz grandes amigos e por ajudarem quando precisei, mesmo em sábados e feriados: Suellen, João Felipe, Nalbert, Marina, Marcos, Hugo, Jamile, Fredson, Dayane, Isabelly, Henrique e Gabriel.

Ao colegiado do PPGCA e aos colegas da turma de 2017, juntos enfrentamos as adversidades que apareceram, em especial aos meus amigos da vida, Evellyn Façanha e André Queiroz, pela experiência e companheirismo, foram pessoas fundamentais neste caminhar.

Aos todos os amigos que torcem por mim, que entendem minha ausência e são meu apoio nos momentos que preciso.

A Embrapa – AP pela logística disponibilizada para execução do projeto e aos colaboradores do Campo Experimental de Mazagão: Enoque, Adjalma, Barbosa e Jonas.

A CAPES, pela concessão de bolsa que permitiu custear as atividades realizadas durante o tempo de mestrado.

Gratidão a todos que colaboraram direta e indiretamente!

PREFÁCIO

Esta dissertação segue o modelo alternativo disponibilizado pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), composto por uma Introdução Geral, Objetivos, Referencial Teórico e pela agregação de um artigo científico.

A formatação da dissertação segue o modelo do PPGCA e a formatação do artigo segue as normas da Revista Flora, conforme recomendação do programa.

RESUMO

FURTADO, R. N. **Efeito do clima e alagamento sobre a fenologia de *Attalea phalerata* (Arecaceae) em floresta de várzea no Nordeste da Amazônia.** 57 p. Dissertação – Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2019.

A floresta de várzea é o segundo maior ambiente florestado do Estado do Amapá, ocupando 4,85% de sua cobertura vegetal. Neste ecossistema pode ser encontrado com frequência o urucurizeiro (*Attalea phalerata*), espécie potencial para uso sustentável. Sua frutificação e folhas têm diversos usos dependendo do comportamento fenológico da espécie na várzea. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a fenologia dos urucurizeiros ao longo de um gradiente de inundação em uma floresta de várzea, no município de Mazagão, AP. O acompanhamento das fenofases de 80 urucurizeiros ocorreu durante um ano. A seleção dos indivíduos foi realizada de forma estratificada, em função das classes diamétricas e do gradiente de inundação. Observações fenológicas foram realizadas com auxílio de uma ficha de fenologia. Foram instalados marcadores feitos com barbante nos troncos das palmeiras para registrar a altura máxima da inundação. As proporções dos indivíduos e a proporção média do estágio foliar foram correlacionadas com a precipitação acumulada em diferentes períodos de tempo e com a altura média de inundação usando a correlação de ordem de classificação de Spearman. As análises foram executadas na plataforma R, versão 3.5.2. Emissão e abertura de brácteas foi negativamente correlacionada à precipitação acumulada em diferentes períodos tempo, enquanto frutificação não madura foi positivamente correlacionada com a precipitação acumulada. Inflorescência e produção foliar ocorrem principalmente na estação seca, mas a precipitação acumulada a longo prazo pode beneficiar a produção foliar. Floração e frutificação não madura correlacionaram-se positivamente com o alagamento em diferentes períodos de tempo. O número de infrutescências foi maior em palmeiras maiores, mas diminuiu para indivíduos submetidos a longos períodos de inundação combinados com altos níveis de inundação. A porcentagem média de folhas jovens foi positivamente correlacionada com a inundação no período de 60 dias. Os resultados revelaram que a espécie apresenta padrões fenológicos modelados por precipitação e inundação e que o tamanho das inundações e palmeiras pode predizer a produção de infrutescência em mesoescala.

Palavras-chave: palmeira amazônica, floresta inundável, produto florestal não madeireiro.

ABSTRACT

FURTADO, R. N. **Effect of climate and flooding on the phenology of *Attalea phalerata* (Arecaceae) in a white-water floodplain forest of Northeastern Amazonia.** 57 p. Master Thesis – Department of Environment and Development, Federal University of Amapá, Macapá, 2019.

The floodplain forest is the second largest forest in the state of Amapá, occupying 4.85% of its vegetation cover. In this ecosystem can often be found the annatto (*Attalea phalerata*), a potential type for sustainable use. Fruiting and forms of use were the uses of the floodplain estimation system. Thus, the objective of this study was to evaluate the phenology of urucurizeiros along a flood gradient in a floodplain forest in the municipality of Mazagão, AP. The follow-up of the phenophase of 80 urucurizeiros was carried out during one year. The selection of individuals was stratified according to the diameter classes and the flood gradient. Phenological observations were made using a phenology form. String markers were installed on palm trunks to record the maximum flood height. The individuals proportions and the average proportion of the leaf stage were correlated with the accumulated precipitation in different time periods and with the average flood height using Spearman classification order correlation. All analyzes were performed on platform R, version 3.5.2. Emission and opening of bracts was negatively correlated with accumulated rainfall at different time periods, while unripe fruiting was positively correlated with cumulative rainfall. Inflorescence and leaf production occur mainly in the dry season, but long-term accumulated rainfall may benefit leaf production. Flowering and unripe fruiting positively correlated with flooding at different time periods. Infructescence was higher in larger palm trees, but decreased for individuals subjected to long flooding periods combined with high levels of flooding. The average percentage of young leaves was positively correlated with flooding in 60 days. These results revealed that the species presents phenological patterns shaped by precipitation and flooding and that flooding and palm tree size may predict infrutescence production in a mesoscale.

Keywords: amazonia palm tree, flooded forest, non-timber forest product.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	10
1.1 Problemática	12
1.2 Hipóteses	12
1.3 Justificativa	12
2 OBJETIVOS	13
2.1 Geral	13
2.2 Específicos	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 Floresta de várzea	14
3.2 Caracterização da família <i>Arecaceae</i>	16
3. 2. 1 Urucurizeiro (<i>Attalea phalerata</i>)	18
3.3 Importância de estudos de fenologia	20
4 REFERÊNCIAS	23
5 ARTIGO CIENTÍFICO	29

1 INTRODUÇÃO GERAL

A floresta de várzea constitui o segundo maior ambiente florestado do Estado do Amapá, ocupando 4,85% do total de sua cobertura vegetal e ocorrendo principalmente em margens de rios de água barrenta onde, de certa forma, passa a ser regulada pelos regimes de marés (IEPA, 2008).

A várzea amapaense é um ambiente que apresenta potencial considerável para exploração sustentável dos diversos recursos florestais disponíveis, com elevado número de espécies arbóreas de valor econômico. Algumas espécies que se destacam são: macacaúba (*Platymiscium duckei*), pracuúba (*Mora paraensis*), virola (*Virola surinamensis*), pracaxi (*Pentaclethra macroloba*), mututi (*Pterocarpus amazonicus*) e o açaizeiro (*Euterpe oleracea*) (CARIM; JARDIM; MEDEIROS, 2008). Além do açaizeiro, várias outras palmeiras estão presentes na várzea, que apresenta maior abundância de palmeiras do que na terra firme (GAMA; BOTELHO; BENTES-GAMA, 2002; JARDIM, et al., 2007).

As palmeiras (Arecaceae), além de exercerem funções ecológicas, são destinadas ao uso por famílias ribeirinhas para diversas finalidades, uma vez que devido sua abundância, produtividade e distribuição somados a alternativas de produtos florestais não madeireiros e de manejo florestal, tem importância alimentar, medicinal, cultural e socio-econômica para populações locais (ZAMBRANA et al., 2007).

Nas várzeas amazônicas, uma das espécies de Arecaceae encontradas é o urucurizeiro (*Attalea phalerata* Mart.). O urucurizeiro é uma palmeira de grandes dimensões encontrada na várzea amazônica. Possui copa formada por numerosas folhas longas e eretas, produzindo fartos cachos compostos por frutos com caroço lenhoso cilíndrico, que contém duas a seis amêndoas, recoberto por um epicarpo fibroso e uma massa comestível de cor amarelada (GOMES, 2006; PESCE, 2009).

A espécie *A. phalerata* possui boa capacidade para produção de biodiesel e dentre outras funcionalidades para comunidades ribeirinhas está a utilização de sementes menores dos frutos para defumar a borracha (PESCE, 2009; DOS SANTOS, 2015). Desta forma, o urucurizeiro possui potencialidade para sua comercialização. Seus produtos também podem ser utilizados para fabricação de cosméticos e fitoterápicos, inclusive, com efeito repelente comprovado (GONZALEZ et al., 2008).

Nos últimos anos o Estado do Amapá tem se tornado atrativo para grandes indústrias de cosméticos, que utilizam produtos florestais para compor suas fragrâncias com direito a uma linha especial de aromas florestais, que incluem frutos de palmeiras (AGEAMAPÁ, 2015).

Para embasar estratégias de conservação e restauração de espécies disponíveis nos ecossistemas, torna-se importante promover a investigação dos aspectos básicos da biologia de suas espécies (BELO et al., 2013).

Um dos instrumentos utilizados para auxiliar na formulação de estratégias de manejo, principalmente do manejo não madeireiro, é a fenologia. O estudo fenológico consiste no acompanhamento das espécies para estudar as relações entre o ciclo de vida com as condições ambientais, proporcionando o conhecimento da forma que a planta se desenvolve ao longo de suas diferentes fases que possibilitem aperfeiçoar a reprodução e a sobrevivência das espécies (OLIVEIRA, 2008).

É importante que ntes de iniciar os estudos fenológicos seja definido o nível de análise (indivíduo, população ou comunidade), e, assim, definir a metodologia de amostragem dos indivíduos que serão monitorados periodicamente (GALETTI et al., 2006).

Geralmente, a observação da fenologia de uma planta é fundamentada em um sistema de informações formado por letras e números ou somente por números identificando cada fase de desenvolvimento da espécie. Este sistema é chamado de “escala fenológica” (CÂMARA, 2006).

Os estudos fenológicos ajudam a fundamentar estratégias para conservação e restauração de ecossistemas que estejam sob ameaça, além de ser fundamental na promoção da investigação dos aspectos básicos da biologia das espécies (BELO et al., 2013).

A determinação da fenologia pode colaborar para uma definição mais clara do período de maior produção de sementes, facilitando o planejamento de práticas sustentáveis de coleta e consequentemente um melhor aproveitamento da espécie que se deseja estudar (DANTAS et al., 2016).

Apesar da importância que estudos fenológicos exercem ao gerar informações que podem ser aplicadas para direcionar estratégias de manejo de espécies não madeireiras, no Brasil até pouco tempo atrás estes estudos em comunidades florestais ainda eram restritos. Pode-se afirmar que diversas espécies vegetais nunca foram consideradas sob este aspecto, principalmente no que diz respeito a floresta Amazônica devido ao seu difícil acesso (TALORA; MORELLATO, 2000).

Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a fenologia dos urucurizeiros ao longo de um gradiente de inundação em uma Floresta de Várzea, no município de Mazagão, AP.

1.1 Problemática

Como variam as fenofases do urucurizeiro ao longo do ano?

As mudanças nas fenofases podem ser relacionadas às condições ambientais locais?

1.2 Hipóteses

O comportamento fenológico do urucurizeiro segue um padrão sub anual, com apenas um evento de floração e frutificação ao longo do ano.

O período de frutificação e floração diminui de acordo com o tempo de inundação, devido ao estresse causado por este evento nas plantas.

1.3 Justificativa

Por intermédio dos poucos estudos já realizados, ficou evidente o potencial da espécie *A. phalerata*. Todavia, em razão desta escassez, novos estudos precisam ser realizados com maior detalhamento, principalmente ao se levar em consideração o uso desta palmeira por comunidades ribeirinhas e até mesmo pela indústria. Assim, determinar os padrões fenológicos de *A. phalerata* e quais fatores influenciam seus estágios torna-se de grande valia para a comunidade, pois fornecerá informações (sobre o período de floração, frutificação) que são essenciais para o estabelecimento de boas práticas de uso.

Portanto, estudos que mostrem o comportamento da espécie na área de várzea amapaense devem ser executados, servindo como subsídios para criar adequadas formas de manejo. Isso permitirá que a espécie continue fornecendo seus benefícios ecológicos e sociais, contribuindo para a economia local através do aproveitamento dos recursos disponíveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Descrever a fenologia dos urucurizeiros (*Attalea phalerata* Mart) ao longo de um gradiente de inundação em uma floresta de várzea, no município de Mazagão, AP.

2.2 Específicos

- Identificar e definir o período das fenofases da espécie *Attalea phalerata* Mart. e correlacioná-las com precipitação, inundação, lianas e epífitas.
- Correlacionar a frutificação com o tamanho dos indivíduos.
- Verificar se os padrões observados para as fenofases do urucurizeiro são dependentes do gradiente (altura) de inundação.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Floresta de várzea

Os rios amazônicos estão sujeitos a um período de enchente, em que a água transborda dos seus leitos invadindo as áreas marginais, ocasionando a inundação em diferentes graus de intensidade, totalizando uma área de aproximadamente 800.000 km². Quando essas áreas são inundadas constantemente pelas águas dos rios, lagos, igarapés e furos, são denominadas de várzea (PRANCE, 2005; BENATTI, 2005; HESS et al., 2015).

As florestas de várzea estuarina apresentam grande variabilidade ambiental, incluindo aquelas que crescem às margens de rios, ilhas e lagos, podendo ser explicada também pela altura de inundação, salinidade, dentre outros fatores físicos (ALMEIDA; AMARAL; SILVA, 2004).

Ressalta-se que na Amazônia brasileira as florestas inundáveis podem ser diferenciadas conforme o tipo de água e as qualidades do solo. Os tipos mais expressivos são aqueles inundados periodicamente, comumente encontrados na Amazônia central, por rios de águas brancas, neste caso as várzeas, e rios de águas pretas, denominados de igapó. No estuário amazônico, os igapós são áreas permanentemente inundadas (FERREIRA; ALMEIDA; PAROLIN, 2010).

Dependendo do período do ano, é comum que o fluxo das marés no estuário eleve o nível da água a até 4 m. Habitualmente as marés dos períodos mais chuvosos atingem as cotas mais altas, ante ao efeito aditivo do refluxo oceânico e da elevada descarga hídrica do rio nesta época do ano (ALMEIDA; AMARAL; SILVA, 2004).

Por mais que as várzeas do estuário amazônico apresentem limitações ambientais, é um ambiente que abrange variadas formas de vida. Porém, sua riqueza de espécies é não se sobressai quando comparada a terra firme, mesmo que englobe alguns elementos florísticos restritos e característicos a área (ALMEIDA, 1996).

Esse ecossistema único representa uma paisagem dinâmica, altamente diversa e moldada pelo regime de fluxo natural do rio, em que suas inundações periódicas variam em magnitude, frequência e duração (JENSEN; WALSENG; MUSETH, 2017).

As florestas de várzea desempenham papel importante nos ciclos hidrológicos, oferecem variáveis serviços ecossistêmicos, que incluem a produção de peixes e fibras, purificação de água e regulação de enchentes (ACREMAN; HOLDEN, 2013).

De acordo com Wittmann, Schöngart e Junk (2010), as árvores que se estabelecem nas planícies inundadas fazem uso de várias adaptações diferentes para lidar com a falta periódica

de oxigênio nos solos. As elevadas taxas de sedimentação junto aos canais dos rios de água branca e as condições anóxicas na rizosfera das depressões de águas residuais acentuam as interações fitoecológicas complexas às quais as várzeas estão expostas.

As florestas encontradas na Amazônia são sinônimas de vida por possuírem grande importância para a composição da biodiversidade devido a diversidade de ecossistemas. Com as florestas de várzea não é diferente, pois este é um ecossistema que dispõe de grande riqueza biológica que está suscetível a presença de população ribeirinha que utiliza essas áreas para atividades com fins econômicos e próprio consumo.

Em razão da ocupação da várzea ocorrer pelos rios, este foi o primeiro ecossistema que contribuiu com o fornecimento de produtos florestais madeireiros e não madeireiros em escala comercial, contribuindo para o desenvolvimento de outras atividades na região amazônica, como a pesca e a agricultura (MACEDO et al., 2007).

É inegável que as várzeas têm assegurado a sobrevivência de comunidades ribeirinhas desde o princípio de sua ocupação, intensificado com o processo de exploração do século XVI com a chegada dos europeus até os dias atuais. Atualmente, as margens desses espaços continuam sendo estratégicas no surgimento de vilas e povoados na Amazônia (RIBEIRO; TOURINHO; SANTANA, 2004).

Em relação a estas florestas, as mesmas apresentam um grande potencial econômico com a presença de espécies não madeireiras (oleaginosas, frutíferas...) e espécies madeireiras. Contudo, seus estoques estão sendo reduzidos devido à exploração e manejo inadequados de seus recursos, considerados principais fontes de renda para os povos ribeirinhos (COSTA NETO; SILVA, 2003).

Diversos fatores têm contribuído para mudanças de longo prazo na extensão, composição e estrutura das florestas de várzea. Distúrbios causados por ação antrópica (causando perda do habitat florestal) e a falta de regeneração bem-sucedida em muitas áreas, são consideradas potenciais ameaças a esse ecossistema (JENSEN; WALSENG; MUSETH, 2017; GUYON; BATTAGLIA, 2018).

Somente no Estado do Amapá, que possui uma área de 14,3 milhões de hectares, quase 5% do território são compostos por florestas de várzea estuarina, rica em espécies madeireiras e não madeireiras (QUEIROZ et al., 2005).

Mesmo que os estudos nessas áreas venham crescendo, é importante aprimorá-los para que se conheça a composição florística desses territórios e estabelecer planos sustentáveis para a

extração dos seus produtos. Visto que suas potencialidades se tornam atrativas para a utilização de recursos florestais, sejam madeireiros ou não madeireiros, a exploração para fins econômicos sem projetos adequados poderia acarretar sérios problemas como perdas para a biodiversidade.

Nas florestas de várzea, a composição, riqueza e diversidade de espécies respondem significativamente à duração da cheia e, por ser um ambiente que sofre inundação periódica, é relevante a implantação de mais estudos que obtenham informações a respeito da influência das inundações na distribuição de espécies arbóreas (WITTMANN; JUNKA; PIEDADE, 2004; LOBO; WITTMANN; PIEDADE, 2019).

Alguns estudos têm demonstrado que fatores climáticos como a precipitação geram efeitos na dinâmica florestal da várzea. Desta forma é importante buscar as respostas da vegetação às condições climáticas para que se possa desenvolver uma maior compreensão desses processos (MARCHETTI et al., 2013).

3.2 Caracterização da família *Arecaceae*

A família *Arecaceae* divide-se em cinco subfamílias, sendo elas *Calamoideae*, *Nypoideae*, *Coryphoideae*, *Ceroxyloideae* e *Arecoideae*. A biologia sistemática da família das palmeiras mais conhecida do que a de qualquer outra família de plantas tropicais. Dessa maneira, as palmeiras são agora consideradas como um grupo modelo para pesquisas em florestas tropicais (BACKER; DRANSFIELD, 2016).

Na década passada, foi apresentado um esboço de uma nova classificação filogenética das palmeiras, a fim de validar os nomes de tribos e subtribos recém-reconhecidas. A sistemática das *Arecaceae* foi alterada tendo em vista a aplicação das técnicas da genética molecular (DRANSFIELD et al., 2005).

Indivíduos dessa espécie dispõem de uma estrutura peculiar e de fácil reconhecimento. Os frutos apresentam variação de tamanho, cor, forma, etc. e sua composição é basicamente formada por epicarpo, mesocarpo e endocarpo, sendo o endocarpo duro, lenhoso e vigorosamente aglutinado às sementes (HENDERSON, 2002).

Na composição florística do território brasileiro, atualmente, são reconhecidas 46.719 espécies, das quais 300 são espécies de palmeiras nativas, pertencentes a 37 gêneros. Deste total, encontram-se em território amapaense 36 espécies (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, 2019).

Na região norte do Brasil, nota-se grande quantidade de espécies de palmeiras em florestas de várzea. Mesmo que as várzeas altas sejam um ambiente com características oscilantes, certamente existem fatores favoráveis à dominância das palmeiras nestes lugares, como a condição nutricional dos solos e o baixo déficit hídrico (SOUZA; JARDIM, 2015).

Entretanto, por mais que estudos sobre a ecologia de palmeiras em florestas tropicais destaquem a importância da heterogeneidade ambiental na estrutura das comunidades de palmeiras, pouco se sabe sobre o que influencia a abundância e distribuição das palmeiras (SHIMBO; BUSTAMENT; PALACE, 2011).

As palmeiras ocupam lugar de destaque em virtude do seu considerável uso por famílias ribeirinhas no artesanato, confecção de vassouras, construções rudimentares e ornamentação. Seu palmito e frutos podem ser utilizados como alimento e comercializados em forma de doces, sucos e óleos (MENDONÇA, 2006; FERREIRA; SOUZA; JARDIM, 2015).

Atualmente, este grupo de plantas apresenta importância econômica em razão da variedade de produtos que fornecem ao consumo, dentre os quais estão frutos conhecidos popularmente como cocos. Além de serem elementos de grande valor paisagístico, para arborização urbana, beneficiando harmonicamente a qualidade do meio ambiente (MIGUEL; SILVA; DUQUE, 2007).

Em especial na região Norte do Brasil, dentre as frutíferas nativas, as palmeiras ganham destaque e importante participação no mercado, com representantes como o buriti (*Mauritia flexuosa*), a guariroba (*Syagrus oleracea*), o murumuru (*Astrocaryum ulei*), a pupunheira (*Bactris gasipaes*), a bacabinha (*Oenocarpus minor*), o tucumã-do-amazonas (*Astrocaryum tucuma*), o tucumã-do-pará (*Astrocaryum tucuma*) e, atualmente, com consumo mais expressivo, o açaí (*Euterpe spp*) (SCHWARTZ, 2008).

Além de valiosa contribuição ambiental por sua abundância e representatividade nos ambientes tropicais e por sua utilidade pelo homem, evidencia-se as interações que as palmeiras estabelecem com os animais, em especial os roedores, que se tornam importantes dispersores (GALETTI et al., 2006).

Considera-se assim, que a população desta família é responsável por ofertar importantes recursos para a fauna, pois esses recursos encontram-se disponíveis por longos períodos de tempo, inclusive em épocas de escassez de outros frutos, como na estação seca. Com isso, tornam-se um recurso alimentar alternativo em épocas que há baixa produção de frutos em geral (PERES, 1994; GENINI; GALETTI; MORELLATO, 2008).

A frutificação que ocorre praticamente o ano inteiro, uma relevante característica das palmeiras, constitui um importante recurso alimentar para a comunidade de frugívoros. Seus frutos, em geral, são ricos em energia para os animais, pois têm em sua constituição nutricional gorduras, proteínas e carboidratos (HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1995; HENDERSON, 2002; DA SILVA et al., 2011).

As características das Arecaceae mostram que esta família desempenha importante papel tanto para a vida humana como também para a fauna, tornando-a atrativa para pesquisas que auxiliem no entendimento de seu comportamento nos mais variados biomas brasileiros e suas influências nos habitats.

*3. 2. 1 Urucurizeiro (*Attalea phalerata*)*

O gênero *Attalea* Kunth é um dos gêneros neotropicais mais importantes de *Arecaceae*. Possui em torno de 67 espécies, ocorrendo em regiões tropicais. Dessas, cerca de 34 são encontradas no Brasil, desempenhando importante funções ecológicas e econômicas (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, 2019; PINTAUD et al., 2008, FAVA; COVRE; SIGRIST, 2011).

Este gênero é encontrado na maioria dos ecossistemas de terras baixas, e apesar de numerosas espécies encontradas, a taxonomia de *Attalea* ainda é confusa, criando sérias dificuldades na correta identificação das espécies. A maioria dos problemas está restrita a complexos particulares de espécies, que sofreram excessiva aglomeração ou presumivelmente e excessiva divisão, deixando claro que a identidade e a variabilidade de muitas espécies ainda precisam ser estudadas (PINTAUD, 2008, PINTAUD et al., 2016).

Attalea phalerata (urucuri) foi coletada inicialmente no Brasil e descrita botanicamente por Carolus Fridericus Martius em 1825. Ocorrendo no Peru, Bolívia e Brasil, do Acre até o Amapá, e daí até São Paulo e o Pantanal Matogrossense. É bastante frequente no planalto central preferindo áreas abertas. No norte do Brasil esta espécie ocorre em áreas de floresta de várzea, ao longo dos rios da Amazônia (RODRIGUES, 1989, LORENZI et al, 1996 e MIRANDA et al, 2001).

A espécie é sinonimizada por *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng., *A. principis* Mart., *A. blepharopus* Mart., *A. hoehnei* Butter, *Scheelea phalerata* (Mart. ex Spreng.) Burret, *S. martiana* Butter, *S. principis* (Mart) H. Karst., *S. blepharopus* (Mart.) Burret, *S. weberbaueri* Butter, *S. microspadix* Burret.

É uma palmeira de estipe simples, monocaule, podendo atingir grandes dimensões de altura, com aspecto escamoso, pela persistência da base dos pecíolos, podendo medir mais que 60 cm de diâmetro. Folhas tipo pinadas variando de 11 a 30, com tamanho variando de 3,4 a 5,9 m de comprimento, número de pinas 140 a 205 por lado, regularmente agrupadas e dispostas em mesmo plano. In florescência interfoliar. Frutos oblongos-elipsóides lisos, medindo 8,4 x 3,8 cm de diâmetro, de coloração marrom claro quando maduros. Suas folhas são utilizadas para cobertura de casas, com a decocção das folhas e raízes é obtido um líquido medicinal. O meristema apical fornece excelente palmito. O fruto é comestível, serve para uso de cosméticos e sabão, além de ser um recurso essencial para a fauna silvestre como os roedores, sendo estes seus principais dispersores (RODRIGUES, 1989, LORENZI *et al.*, 1996 e MIRANDA *et al.*, 2001).

O nome vernacular mais conhecido no Brasil é urucuri, outros nomes podem ser citados para a Amazônia, nas bibliografias, como por exemplo: uricuri, urucurizeiro, ouricuri, aricuri, uracari, acuri e bacuri (RODRIGUES, 1989, LORENZI *et al.*, 1996 e MIRANDA *et al.*, 2001).

Entre seus principais dispersores estão os roedores, como a cutia, onde tanto a dispersão de sementes, quanto a predação e germinação são fortemente influenciadas pela presença de mamíferos (FRAGOSO; SILVIUS; CORREA, 2003; NASCIMENTO *et al.*, 2004).

Em um estudo realizado por Dantas *et al.* (2014) em uma floresta de várzea no município de Mazagão (AP), os autores concluíram que devido a composição do fruto do urucurizeiro, a espécie apresenta boa capacidade produtiva, por isso a polpa do fruto pode ser usada *in natura*, na alimentação das comunidades ribeirinhas e beneficiada como matéria prima de produtos secundários como guloseimas e sorvetes. O caroço pode ser usado no artesanato regional com a confecção de biojoias, bem como na produção de biodiesel. Isso indica que o fruto possui um potencial elevado para seu uso em diversas formas de aproveitamento e seguimentos industriais.

O óleo extraído do urucuri pode se tornar uma importante fonte de energia renovável após ser beneficiado na forma de biodiesel, que se trata de um biocombustível natural, não tóxico, biodegradável e renovável tornando-se um ótimo substituto do diesel do petróleo (GONZALEZ, 2008). Esse potencial pode ser confirmado através de mais estudos para confirmar a viabilidade do produto para esse tipo de produção.

Ainda sobre as finalidades do urucuri, as brácteas secas são utilizadas pelas comunidades ribeirinhas para afugentar mosquitos (como é o caso do *Aedes aegypti*), sendo acesas e presas

na altura da cintura, sempre quando se vai entrar na floresta ou nas casas (GONZALEZ, 2008).

A destinação dada as brácteas justifica o surgimento, na década passada, da Vela de Urucuri, que tinha como objetivo servir de repelente natural contra insetos. Apesar de ser um produto patenteado no Amapá (número do pedido da patente: PI 0205541 - 4 A2) não obteve o retorno esperado, o que pode ter como entrave a questão do número de impostos agregados aos preços, tornando o produto amapaense difícil de competir com outros produtos de maior tecnológica e com menor custo no mercado.

3.3 Importância de estudos de fenologia

Apesar de observações fenológicas serem usadas na agricultura há milhares de anos na China e em Roma, o termo "fenologia" foi introduzido pelo botânico belga Charles Morren em uma conferência pública no ano de 1853. Entretanto, o botânico sueco Carolus Linnaeus, considerado o pai da fenologia vegetal, foi quem delineou métodos para levantar calendários anuais de plantas, de abertura de folhas, floração, frutificação e queda de folhas, juntamente com observações climatológicas, em sua obra intitulada “*Philosophia Botanica*” (1751) (HOPP, 1974).

A fenologia é considerada como o estudo do tempo de eventos biológicos recorrentes e as causas de sua ocorrência em relação às forças bióticas e abióticas e a sua inter-relação entre as fases dentro de uma mesma ou diferentes espécies (LIETH, 1974). Dessa forma, a fenologia estuda as alterações morfológicas e as transformações relacionadas ao ciclo da planta, é este estudo que mostrará o desenvolvimento da espécie ao longo de suas fases.

Estudos fenológicos têm sido utilizados no Brasil como forma de ampliar os conhecimentos em diversas áreas, como na silvicultura, medicina, ecologia, turismo, manejo florestal, bem como na conservação e planificação dos ecossistemas tropicais de algumas regiões (MORELLATO et al., 1990).

Estudar fenologia contribui para o entendimento dos processos de reprodução e regeneração das espécies vegetais, bem como na definição da disponibilidade de alimento para fauna. Desta forma, compreender as características da morfologia e da biologia floral é uma condição essencial para fazer as interações entre o pólen e o estigma, flores e polinizadores, assim como do sucesso reprodutivo das espécies vegetais (LENZI; ORTH, 2004).

Nas palmeiras ocorre variação na atividade reprodutiva, seja intra ou interpopulacional. Estudos a respeito da biologia floral e registros fenológicos de palmeiras são considerados de

grande importância levando em consideração seu mecanismo reprodutivo para que se assegure produção de descendentes, que desta forma pode tornar espécies economicamente viáveis para comercialização (PINERO; SARUKHÁUM, 1982; HENDERSON, et al., 2000; MANTOVANI; MORELLATO, 2000; SILVA; PINHEIRO, 2007).

O acompanhamento fenológico de espécies florestais permite identificar as fenofases e sua intensidade, permitindo uma colheita de frutos mais eficiente sabendo qual cultivo pode ser utilizado em determinados períodos do ano. Isso permite contribuir para o manejo e conservação das espécies envolvidas (ROSA; CASTELLANI; REIS, 1998; SILVA MATOS; WATIKNSON, 1998; ZOIA; RODRIGUES, 2013).

No que diz respeito a frequência das observações das fenofases de espécies vegetais, estas devem ser realizadas no mínimo mensalmente, entretanto podem ser necessários intervalos de tempo mais curtos, que deverão ocorrer por um período mínimo de um ano. Mesmo que observações fenológicas sejam trabalhosas, elas são essenciais para avaliar a disponibilidade de recursos alimentares para os animais e a situação da espécie na área estudada (GALETTI et al., 2006).

Por meio de estudos fenológicos, pode-se propor melhores estratégias de manejo de recursos florestais que tem se tornado atrativo para indústria. Para Schwartz (2008), existe uma demanda crescente no mercado internacional por frutas com novos aromas, sabores e texturas. O Brasil, em decorrência da abundante biodiversidade, é um país com enorme potencial para a obtenção de recursos naturais vegetais.

Para que se possa atender a demanda de mercado consumidor nacional e internacional satisfatoriamente sem comprometer a flora, é fundamental conhecer a dinâmica das florestas para que ações sustentáveis sejam implementadas para que definam períodos de produção das plantas para sua futura colheita, levando em consideração os fatores que influenciam seu desenvolvimento.

Estudar fenologia permite acompanhar e compreender o período de eventos biológicos associados ao clima, tendo como exemplo o florescimento e a frutificação de plantas. Estas informações obtidas pelo estudo da fenologia são, ainda, pouco exploradas nas regiões tropicais (MORELLATO et al., 2016).

De acordo com um estudo realizado por Morellato (1990), a fenologia das plantas sofre influência pela ação conjunta dos fatores climáticos, revelando que as fases vegetativas e

reprodutivas também podem estar associadas a disponibilidade de água, fatores limitantes ao mecanismo no ciclo anual das plantas.

Estudos sobre eventos fenológicos são considerados importantes nas atuais pesquisas de mudanças globais, isso em razão do clima atuar como principal influenciador na ocorrência das fenofases dos indivíduos vegetais, levando em consideração que o clima é influenciado por diversos fatores, como o aquecimento global nos últimos anos (MORELLATO et al., 2016).

Alguns estudos destacam a interferência dos fatores abióticos nas fenofases das plantas tropicais, tendo como variáveis climáticas mais relevantes a temperatura, a irradiação, a precipitação e o estresse hídrico (VAN SCHAIK; TERBORGH; WRIGHT, 1993; INKROT et al., 2007).

Observa-se que a maior parte de estudos de fenologia que relacionem precipitação e inundação se mantém restritos a alguns gêneros (OLIVEIRA; PIEDADE, 2002; BERTAZZONI; DAMASCENO JÚNIOR, 2011). Entretanto, palmeiras têm conseguido espaço nestes estudos que mostram a influência que estas variáveis exercem em comunidades florestais (PIEDADE; PAROLIN; JUNK, 2006, ROSA; BARBOSA; KOPTUR, 2013).

Alguns estudos fenológicos realizados em florestas tropicais mostraram que para algumas espécies de palmeiras há relação da fenofase de brotamento com aumento de energia acumulada, pelo aumento da atividade de insetos polinizadores nos períodos mais secos e com o nível de inundação da área (MEDWAY 1972; VAN SCHAIK; TERBORGH; WRIGHT, 1993; HAUGAASEN; PERES, 2006).

Ao relacionarem precipitação com períodos de floração de várias espécies, Henderson et al. (2000) observaram que algumas palmeiras podem florescer tanto durante em estação chuvosa quanto na estação seca, corroborando com os resultados encontrados por Reys et al. (2005). Entretanto, algumas espécies de palmeiras podem apresentar picos de floração e frutificação em períodos chuvosos ou de estiagem (JARDIM; KAGEYAMA, 1994).

Para *Attalea phalerata* na região estuarina amazônica, os dados fenológicos combinados com condições ambientais são escassos na literatura, dificultando outros trabalhos, tornando difícil atribuir estratégias de manejo para espécie.

4 REFERÊNCIAS

- ACREMAN, M.; HOLDEN, J. How wetlands affect floods. **Wetlands**, v. 33, n. 5, p. 773-786, 2013.
- AGEAMAPÁ – AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. Disponível em: <<http://ageamapa.ap.gov.br/interno.php?dm=466>> Acesso em: 22 mar. 2018.
- ALMEIDA, S. S. Estrutura e florística em áreas de manguezais paraenses: evidências da influência do estuário amazônico. **Boletim do Museu Goeldi**, v. 8, p. 93-100, 1996.
- ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; SILVA, A. S. L. Análise florística e estrutura de florestas de Várzea no estuário amazônico. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 4, p. 513 – 524, 2004.
- BAKER, W. J.; DRANSFIELD, J. Beyond Genera Palmarum: progress and prospects in palm systematics. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 182, n. 2, p. 207-233, 2016.
- BELO, R. M.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G. W.; SILVEIRA, F. A.; RANIELE, B. D.; MORELLATO, P. C. Fenologia reprodutiva e vegetativa de arbustos endêmicos de campo rupestre na Serra do Cipó, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 4, p. 817-828, 2013.
- BENATTI, J. H. A questão fundiária e o manejo dos recursos naturais da várzea: análise para a elaboração de novos modelos jurídicos. In: MAURO LUIS RUFFINO (Coord.). Aspectos jurídicos e fundiários da várzea: uma proposta de regularização e gestão dos recursos naturais Manaus: Edições Ibama / ProVárzea, 2005, p. 77 - 100.
- BERTAZZONI, E. C.; DAMASCENO JÚNIOR, G. A. Aspectos da biologia e fenologia de *Oryza latifolia* Desv.(Poaceae) no Pantanal sul-mato-grossense. **Acta Botanica**, v. 25, n. 2, p. 476-486. 2011.
- CÂMARA, G. M. S. Fenologia é ferramenta auxiliar de técnicas de produção. **Visão Agrícola**, v. 3, n. 5, p. 63 – 66, 2006.
- CARIM, M. de J. V.; JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS, T. D. S. Composição florística e estrutura de floresta de várzea no município de Mazagão, Estado do Amapá, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 36, n. 79, p. 191-201, 2008.
- COSTA-NETO, S. V.; SILVA, M. S. Projeto zoneamento ecológicoeconômico do setor costeiro estuarino do Estado do Amapá: diagnóstico sócio-ambiental, relatório técnico de vegetação. Macapá: IEPA, 2003.
- DANTAS, A. R., RIBEIRO, G. G., LIRA-GUEDES, A. C., GUEDES, M. C. Produção de frutos de urucurizeiros, *Attalea phalerata* Mart.(Arecaceae), em floresta de várzea no estuário do rio Amazonas. **Biota Amazônia**, v. 4, n. 4, p. 108-114, 2014.
- DANTAS, A. R.; LIRA-GUEDES, A. C.; MUSTIN, K.; APARÍCIO, W.; & GUEDES, M. C. Phenology of the multi-use tree species *Carapa guianensis* in a floodplain forest of the Amazon Estuary. **Acta Botanica Brasilica**, v. 30, n. 4, 618-627, 2016.

- DA SILVA, F. R.; BEGNINI, R. M.; LOPES, B. C.; CASTELLANI, T. T. Seed dispersal and predation in the palm *Syagrus romanzoffiana* on two islands with different faunal richness, southern Brazil. **Studies on neotropical fauna and environment**, v. 46, n. 3, p. 163-171, 2011.
- DE OLIVEIRA, A. C.; PIEDADE, M. T. F. Implicações ecológicas da fenologia reprodutiva de *Salix martiana* Leyb. (*Salicaceae*) em áreas de várzea da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 32, n. 3, p. 377-385, 2002.
- DRANSFIELD, J.; UHL, N. W.; ASMUSSEN, C. B.; BAKER, W. J.; HARLEY, M. M.; LEWIS, C. E. A new phylogenetic classification of the palm family, Arecaceae. *Kew Bulletin*, v. 60, p. 559–569, 2005.
- FAVA, W. S.; COVRE, W. S.; SIGRIST, M. R. *Attalea phalerata* and *Bactris glaucescens* (Arecaceae, Arecoideae): Phenology and pollination ecology in the Pantanal, Brazil. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 206, n. 6, p. 575-584, 2011.
- FERREIRA, L. V.; ALMEIDA, S. S.; PAROLIN, P. Amazonian white- and blackwater floodplain forests in Brazil: large differences on a small scale. **Ecotropica**, v. 16, p. 31–41, 2010.
- FERREIRA, L. S. L.; SOUSA, J. A. L.; JARDIM, M. A. G. Florística, ecologia e potencial paisagístico de palmeiras do parque zoobotânico do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém – PA. *Revrbau*, v. 9, n. 4, p. 22 - 31, 2014.
- FRAGOSO, J. M. V; SILVIUS, K. M.; CORREA, J. A. Long-distance seed dispersal by tapirs increases seed survival and aggregates tropical trees. **Ecology**, v. 84, n. 8, p. 1998-2006, 2003.
- 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.
- GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. D. M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 559-566, 2002.
- GENINI, J; GALETTI, M.; MORELLATO, L. P. C. Fruiting phenology of palms and trees in an Atlantic rainforest land-bridge island. **Flora**, v. 204, p. 131-145, 2008.
- GOMES, P. Fruticultura brasileira. 13^a ed. São Paulo: Nobel, 2006. 446p.
- GONZALEZ, W. A. (Coord). Biodiesel e óleo vegetal in natura: Soluções energéticas para a Amazônia. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008. 168p.
- GUYON, L. J.; BATTAGLIA, L. L. Ecological characteristics of floodplain forest reference sites in the Upper Mississippi River System. **Forest ecology and management**, v. 427, p. 208-216, 2018.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field Guide to the Palms of the Americas**. New Jersey: Princeton University Press, 1995. 352 p.

HENDERSON, A.; FISCHER, B.; SCARIOT, A.; PACHECO, M. A.W.; PARDINI, R. Flowering phenology of a palm community in a central Amazon Forest. **Brittonia**, v. 52, n. 2, p.149-159, 2000.

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

HESS, L. L., MELACK, J. M., AFFONSO, A. G., BARBOSA, C., GASTIL-BUHL, M., & NOVO, E. M. Wetlands of the lowland Amazon basin: Extent, vegetative cover, and dual-season inundated area as mapped with JERS-1 synthetic aperture radar. **Wetlands**, v. 35, n. 4, p. 745-756, 2015.

HOPP, R.J. Plant Phenology Observation Networks. In: Lieth H. (edit). Phenology and Seasonality Modeling. Ecological Studies (Analysis and Synthesis), Berlim: Sperling. p. 25 – 43. 1974.

IEPA. Macrodiagnóstico do Estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE. Macapá: GEA/IEPA, 2008.

INKROT, D.; SATTLER, D.; GEYER, C.; MORAWETZ, W. Flowering and fruiting phenology of *Normanbya normanbyi* (W. Hill) LH Bailey (Arecaceae), a palm endemic to the lowland tropical rainforest of north-eastern Australia. **Austral Ecology**, v. 32, n. 1, p. 21-28, 2007.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB53>>. Acesso em: 05 Abr. 2019.

JARDIM, M. A. G.; KAGEYAMA, P. Y. Fenologia de floração e frutificação em população natural de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no Estuário Amazônico. **Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais**, Piracicaba, v. 47, p. 62-65, 1994.

JARDIM, M. A. G.; SANTOS, G. C.; MEDEIROS, T. D. S.; FRANCEZ, D. D. C. Diversidade e estrutura de palmeiras em floresta de várzea do estuário amazônico. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 2, n. 4, p. 67-84, 2007.

JENSEN, T. C.; WALSENG, B.; MUSETH, J. Does flooding mitigation measures affect cladoceran and copepod communities in floodplain water bodies?. **Hydrobiologia**, v. 798, n. 1, p. 45-60, 2017.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 17, n. 2, p. 67 - 89, 2004.

LIETH, H. Purposes of a Phenology Book. In: Lieth H. (edit.). Phenology and Seasonality Modeling. Ecological Studies (Analysis and Synthesis), Berlim: Springer. p. 3 – 19. 1974.

LOBO, G. de S.; WITTMANN, F.; PIEDADE, M. T. F. Response of black-water floodplain (igapó) forests to flood pulse regulation in a dammed Amazonian river. **Forest Ecology and Management**, v. 434, p. 110-118, 2019.

LORENZI, A; SOUZA, H.M.; MEDEIROS-COSTA, J.T.; CERQUEIRA, L.S.C.; von BERG, N. 1996. Palmeiras do Brasil: nativas e exóticas. São Paulo, Plantarum. 330p.

MACEDO, D. S.; OLIVEIRA JR., P. B. H.; NOGUEIRA, E. L. S.; GUEDELHA, C. Produção madeireira, comercialização e o potencial para a certificação florestal nas várzeas: perspectivas para o novo milênio. In: SALOMÃO, R. P.; TEREZO, E. F. M.; JARDIM, M.A.G. (Eds.) Manejo florestal nas várzeas: oportunidades e desafios. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, p.139-175, 2007.

MANTOVANI, A.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmito. **Sellowia**, v. 49-52, p.23- 38, 2000.

MARCHETTI, Z. Y.; LATRUBESSE, E. M.; PEREIRA, M. S.; RAMONELL, C. G. Vegetation and its relationship with geomorphologic units in the Parana River floodplain, Argentina. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 46, p. 122-136, 2013.

MENDONÇA, J. K. S. **Uso sustentável de espécies de palmeiras da apa da baixada maranhense para controle e recuperação de áreas degradadas por erosão**. 2006. 74 p. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2006.

MIGUEL, J. R.; SILVA, M. A. M.; DUQUE, J. C. C. Levantamento de palmeiras (Arecaceae) cultivadas na universidade do Grande Rio, Campus I – Duque de Caxias, Rio de Janeiro (Brasil). **Saúde e ambiente em revista**, v.2, n.1, p.26-36, 2007.

MIRANDA, I.P.A; RABELO, A; BUENO, C.R.; BARBOSA, E.M.; RIBEIRO, M.N.S. 2001. Frutos de palmeiras da Amazônia. Manuas. MCT/INPA. 120p.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F.; RODRIGUES, R. R.; JOLY, C. A. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japí, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 1, p. 149-162, 1990.

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

NASCIMENTO, V. L. A et al. Utilização de frutos de acuri (*Attalea phalerata* Mart. ex Spreng) por cutias (*Dasyprocta azarae*) no Pantanal da Nhecolândia. IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, 2004, Corumbá/ MS. **Anais**...p.1-7.

OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J. F. (edit. téc.). Cerrado: ecologia e flora. Distrito Federal: EMBRAPA, 2008. p. 274-290.

PERES, C. A. Composition, density, and fruiting phenology of arborescent palms in an Amazonian terra firme forest. **Biotropica**, p. 285-294, 1994.

PESCE, C. Oleaginosas da Amazônia. 2^a Ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009. 334 p.

PIEDADE, M. F.; PAROLIN, P.; JUNK, W. J. Phenology, fruit production and seed dispersal of *Astrocaryum jauari* (Arecaceae) in Amazonian black water floodplains. **Revista de Biología Tropical**, v. 54, n. 4, p. 1171-1178, 2006.

PIÑERO, D.; SARUKHÁN, J. Reproductive behaviour and its individual variability in a tropical palm, *Astrocaryum mexicanum*. **Journal of Tropical Ecology**, v. 70, n. 2, p. 461-472, 1982.

PINTAUD, Jean-Christophe et al. Las palmeras de América del Sur: diversidad, distribución e historia evolutiva. **Revista peruana de biología**, v. 15, p. 7-30, 2008.

PINTAUD, J-C. An overview of the taxonomy of *Attalea* (Arecaceae). **Revista Peruana de Biología**, v. 15, n. 1, p. 53-62, 2008.

PINTAUD, J.-C.; DEL CASTILLO, A. R.; FERREIRA, E. J. L.; MORAES R, M.; MEJÍA, K. Towards a revision of *Attalea* in western Amazonia. **Palms**, v. 60, n. 2, p. 57–77, 2016.

QUEIROZ, J. A. L.; MOCHIUTTI, S.; MACHADO, S. A.; GALVÃO, F. Composição florística e estrutura de floresta em várzea alta estuarina amazônica. **Floresta**, v.35, n. 1, p. 41 - 56, 2005.

REYS, P.; GALETTI, M.; MORELLATO, L. P. C.; SABINO, E. J. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no rio Formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, p. 309-318, 2005.

RIBEIRO, R. N. S.; TOURINHO, M. M.; SANTANA, A. C. Avaliação da sustentabilidade agroambiental de unidades produtivas agroflorestais em várzeas flúvio marinhas de Cametá – Pará. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 3, p. 359 – 374, 2004.

RODRIGUES, R.M. 1989. A flora da Amazônia. Belém, CEJUP. 462p.

ROSA, L.; CASTELLANI, T. T.; REIS, A. Biologia reprodutiva de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae) na restinga do município de Laguna, SC. **Brazilian Journal of Botany**, v. 21, n. 3, p. 281-287, 1998.

ROSA, R. K.; BARBOSA, R. I.; KOPTUR, S. How do habitat and climate variation affect phenology of the Amazonian palm, *Mauritia flexuosa*? **Journal of Tropical Ecology**, v. 29, n. 3, p. 255-259, 2013.

SCHWARTZ, E. Produção, fenologia, e qualidade dos frutos de *Butia capitata* em populações de santa vitória do palmar. 2008. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

SHIMBO, J. Z. BUSTAMANTE, M.; PALACE, M. Comunidade de palmeiras em floresta de terra firme e em florestas secundárias na região norte da flona do tapajós, pará. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 5., São Lourenço – MG, 2011. Resumos... São Lourenço: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2011.

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

SILVA MATOS, D. M.; WATKINSON, A. R. The fecundity, seed, and seedling ecology of the edible palm *Euterpe edulis* in southeastern Brazil. **Biotropica**, v. 30, n. 4, p. 595-603, 1998.

SOUZA, A. P. S.; JARDIM, M. A. G. Diversidade florística e padrões ecológicos de palmeiras da Área de Proteção Ambiental, Ilha do Combu, Belém, Pará, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 5, n. 3, p. 8 -13, 2015.

TALORA, D. C.; MORELLATO, 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.

VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. Joseph. 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.

ZAMBRANA, N. Y. P.; BYG, A.; SVENNING, C. -C.; MORAES, M.; GRANDEZ, C.; BALSLEV, H. Diversity of palm uses in the western Amazon. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, n. 10, p. 2771-2787, 2007.

ZOIA, A. O.; RODRIGUES, M. A. Marcação de matrizes e fenologia de espécies nativas na Fazenda Experimental da Faculdade Integral Cantareira, Mairiporã / SP. **Revista Eletrônica Thesis**, v. 5, n. 20, p. 1-35, 2013.

WITTMANN, F.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F. The várzea forests in Amazonia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. **Forest Ecology and Management**, v. 196, n. 2-3, p. 199–212, 2004.

WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; JUNK, W. J. Phytogeography, species diversity, community structure and dynamics of central Amazonian floodplain forests. In: **Amazonian floodplain forests**. Springer, Dordrecht, 2010. p. 61-102.

5 ARTIGO CIENTÍFICO

Effect of climate and flooding on the phenology of *Attalea phalerata* (Arecaceae) in a white-water floodplain forest of Northeastern Amazonia

Artigo submetido a Revista “Flora”

1 **Effect of climate and flooding on the phenology of *Attalea phalerata* (Arecaceae) in a**
2 **white-water floodplain forest of Northeastern Amazonia**

3 Rafael Neri Furtado^a, Marcelino Carneiro Guedes^{a,b}, Adelson Rocha Dantas^c, Ana Claudia
4 Lira Guedes^b, José Julio de Toledo^{a,d,*}

5 ^a Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amapá,
6 Rod. Juscelino Kubitscheck, Km 2, 68903-419, Macapá, AP, Brazil
7 (rafael_neri.17@hotmail.com)

8 ^b Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Rod. Juscelino Kubitscheck, Km 5, 2.600, CP
9 10, 68903-419, Macapá, AP ,Brazil (M.C.G: marcelino.guedes@embrapa.br; A.C.L.G: ana-lira.guedes@embrapa.br)

11 ^c Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av.
12 André Araújo, 2936, 69067-375, Manaus, AM, Brazil (adelson.dantas@yahoo.com.br)

13 ^d Laboratório de Ecologia, Universidade Federal do Amapá, Rod. Juscelino Kubitscheck, Km
14 2, 68903-419, Macapá, AP, Brazil (jjulitoledo@gmail.com)

15 *Corresponding author.

16 E-mail address: jjulitoledo@gmail.com (J.J. Toledo)

17
18 **ABSTRACT**
19

20 We determined the effect of climate and flooding on the phenology of the *Attalea phalerata*
21 in a white-water floodplain forest of Northeast Amazonia. We studied the phenology of 80
22 individuals selected along a flood gradient over an one-year period and related the phenology
23 with accumulated precipitation and flooding. We also tested for the effect of plant size, leaf
24 investment, flooding and inquilinism on infrutescence production. Unripe fruiting was
25 positively correlated to accumulated precipitation, showing that fruit development took place
26 in the rainy season. However, bract emission and percentage of young leaves were negatively
27 correlated to accumulated precipitation, showing that both inflorescence and leaf production
28 take place mainly in the dry season. Flowering, unripe fruiting and percentage of young
29 leaves were positively correlated to flooding, indicating that flowering and production of
30 fruits and leaves occur mainly in the flooding season. The number of infrutescences was
31 higher in larger palm trees but decreased for individuals subjected to long periods of flooding
32 combined with high flood levels and decreased. These results revealed that the species

33 presents phenological patterns shaped by precipitation and flooding and that flooding and
34 palm tree size may predict infrutescence production in a mesoscale.

35

36 **Keywords:** Floodplain forest; Fruit production; Leaf investment; Northeastern Amazonia;
37 Plant size; Rainfall

38

39 **1. Introduction**

40

41 The floodplain forests are totally different ecosystems of the other forest ecosystems, they
42 have characteristic of being open and are associated with the flood plains of rivers and white
43 water streams of the Amazonian estuary, corresponding with 8% of this biome (RUSCHEL et
44 al., 2013).

45 The trees that settle in the flood plain make use of several different adaptations to deal with
46 the periodic lack of oxygen in the soils, what makes this type of environment rich in species.

47 Among the groups of plants found in the floodplain forests, we found a diversity of palms
48 (Arecaceae) (WITTMANN; SCHÖNGART; JUNK, 2010), of which urucuri or urucurizeiro
49 is present (*Attalea phalerata* Mart.).

50 Urucurizeiro is a large palm tree that grows mostly in floodplain forests. Its fruits are
51 composed of a cylindrical woody lump, covered by a fibrous epicarp and a slightly oily mass
52 and the lump contains two to six oily almonds containing 66% oil, its crown consists of
53 numerous large and erect leaves (GOMES, 2006; PESCE, 2009).

54 A view to growing market demand for products from the forest, the urucurizeiro can become
55 attractive for the commercialization of large-scale products from its industrialization.

56 Studying the phenology of plant species helps to understand the dynamics of the populations
57 and helps to determine the time of production of the species. As a supporting tool, and given
58 the economic potential of the Amazon region, phenology becomes an important instrument
59 for the management of forest resources.

60 Through the few studies already carried out, the potential of *A. phalerata* was evident
61 (DANTAS et al. 2014), however, further studies need to be carried out in greater detail. In
62 this way, to determine the phenological patterns of the species *A. phalerata* becomes of great
63 value for the community, as it will provide information (on the flowering period, fruiting) that
64 are essential for the establishment of good management practices.

65 In this sense, the study aimed to analyze the phenological behavior of *Attalea Phalerata*
66 Mart. in a floodplain forest, in the municipality of Mazagão, AP.

67

68 **2. Materials and methods**

69

70 *2.1. Study site*

71 The study was conducted in a white-water floodplain forest (56 ha) located in the
72 Experimental Station of the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA) in the
73 municipality of Mazagão, Amapá, Brazil ($00^{\circ} 06' 54'' S$ $51^{\circ} 17' 20'' O$). The topography is
74 slightly undulated and at an altitude of 15 m, with a moderately slopes oriented from North to
75 South (DANTAS et al. 2014; YOKOMIZO et al., 2010). The predominant soil in the area is
76 the haplic gleysoils, which have high concentration of exchangeable bases (QUESADA et al.
77 2009). The area is subjected to periodic floodings which increase in the rainy season but also
78 is influenced by tide, which affect the Amazon river and its tributaries. More than a half of the
79 area (the South portion) is periodically flooded by white-water from the “Furo do Mazagão”
80 river, a small tributary of the Amazon river, while the northernmost portion of the area
81 remains well drained most of the year. However, during high tides and during heavy rains the
82 whole area is flooded. In the middle of the area there is a black-water lake (Igapó) which
83 rarely dries.

84 The climate is hot and humid, with annual rainfall average of the 2500 mm. During the
85 wettest months (February to May) the rainfall often exceeds 300 mm per month while in the
86 driest months (August to November) the rainfall is below 100 mm (IEPA, 2013). The
87 average annual temperature reaches a maximum of $31.6^{\circ}C$ and a minimum of $23.1^{\circ}C$ (LOPES
88 FILHO, 2016).

89 A dense floodplain forest covers most of the Experimental Station, with canopy trees reaching
90 20 to 30 m high. The following tree species are frequent in the area: *Carapa guianensis*,
91 *Mora paraensis*, *Calycophyllum spruceanum*, *Platymiscium ulei* and *Pentaclethra*
92 *macroloba*. *Euterpe oleracea* and *A. phalerata* are the most frequent arborescent palms
93 (CARIM, JARDIM, MEDEIROS, 2008).

94

95

96

97 2.2. Data collection

98 An inventory of all individuals of *A. phalerata* was carried out during 2010-2011 by
99 EMBRAPA in the Experimental Station, and a total of 213 individuals were mapped, tagged
100 and measured for diameter at breast height (dbh). Palm tree dbh was measured at 1.3 m above
101 the ground using a metric tape later converted to diameter.

102 We performed a stratified sampling to selected 80 individuals from the dataset in order to fill
103 different classes of dbh (30 – 45 cm, 45 – 55 and \geq 90cm) and to provide a well distributed
104 sample along the gradient of altitude of the terrain (expecting to distribute the sample along
105 the flooding gradient). Between March 2018 and February 2019 we recorded the phenophases
106 of all individuals in intervals of 15 days using a binoculars ArtSport 50x50. The following
107 phenophases were recorded: emitting bracts, opening bracts, flowering, unripe fruiting, ripe
108 fruiting, falling fruits, young leaves, mature leaves and senescent leaves. At each survey we
109 assinged the presence or absence for each phenophase, counted the number of bracts,
110 infrutescences and the number of young, mature and senescent leaves. We assigned when
111 bracts were closed (emitting bracts) or opening, and assigned when it was flowering, but for
112 most of observations it was not possible to identify the inflorescences because the position of
113 the opening bracts did not allow the visualization of the inflorescences from the ground. We
114 classified as unripe the fruits with greenish color and as ripe those with yellowish color while
115 falling was assigned when we found fruits scattered on the ground. A leaf was assigned as
116 young when it has light green color and was positioned at the center of the crown, has leaflets
117 still attached to each other and was pointing upwards, while those dark green leaves which
118 were around the crown center, have free leaflets and were pointing sideway were assigned as
119 mature, and those with yellowish color and pointing downwards or were dry and stuck to the
120 palm tree were assigned as senescent.

121 The terrain altitude (meters above the sea level) was estimated at each palm tree using a GPS
122 Garmin 60CSx. Precipitation dada was furnished by Hydrometeorology Department of the
123 National Institute of Meteorology (INMET, 2019) from a meteorological station located in
124 Macapá ($0^{\circ} 2' 6''$ S – $51^{\circ} 5' 19.5''$ W).

125 Flooding was measured as the level reached by the water (in meters) using graduated whited-
126 cotton string installed vertically at each palm tree trunk. At fifteen-day intervals (starting from
127 May 2018) the height of the last flooding on each palm tree was recorded using the highest
128 mark left by the water in the string.

129 The presence/absence of lianas with dbh \geq 10 cm and larger (height > 20 cm) epiphytes
130 (Bromelids, Orchids and others) on the trunks or leaves were recorded for each palm tree.

131

132 *2.3. Data Analysis*

133 We calculated the proportion of plants which presented a given phenophase on a fifteen-day
134 basis dividing the number of individuals which showed a given phenophase by the total
135 number of individuals which showed that given phenophase at any time of the study. For the
136 leaves we calculated the proportion by leaf stage (young, mature and senescent) on a fifteen-
137 day interval. The proportions of individuals and the average proportion for leaf stage were
138 correlated to accumulated precipitation at different time lags (7, 15, 30, 60, 90 and 180 days)
139 and to the average flooding height (0, 15, 30, 60, 90 and 180 days) using Spearman's Rank-
140 order correlation. Accumulated precipitaton was calculated as the sum of previous dayly
141 precipitation at several time lags and the average flooding height was calculated as the mean
142 of measures at all palm trees in the day of the survey (0 days) and at different time lags (0-15
143 days, 0-30 days, ..., 0 – 180 days).

144 In order to test for the effect of topography, plant size, flooding, leaf investment and
145 inquilinism on the production of infrutescences by *A. phalerata* we used a multiple
146 generalized linear model (GLM) assuming a Poisson distribution. Different variables to
147 represent leaf investment and flooding were calculated for each palm tree. Leaf investment
148 along the survey period was calculated as the average number and average proportion of
149 leaves at different stages (young, mature and senescent) across all surveys for each palm tree.
150 Average flooding height and maximum flooding height were calculated as the mean and
151 maximum (respectively) of flooding measures taken from May 2018 to February 2019.
152 Flooding duration was estimated by multiplying the number of flooding records by fifteen
153 days (time interval between surveys) assuming that previous fifteen days were flooded or
154 nonflooded according to the flooding record. Flooding duration was multiplied by the average
155 flooding height to furnish a combined estimate of flooding intensity and persistence.
156 Before running the GLM we classified the available predictive variables into the following
157 classes: 1 - topographic: altitude; 2 - plant size = dbh; 3 – flooding: average and maximum
158 flooding height, flooding duration and flooding duration \times average flooding height; 4 – leaf
159 investment: average number and average proportion of young, mature and senescent leaves;
160 inquilinism: presence/absence of lianas and epiphytes.

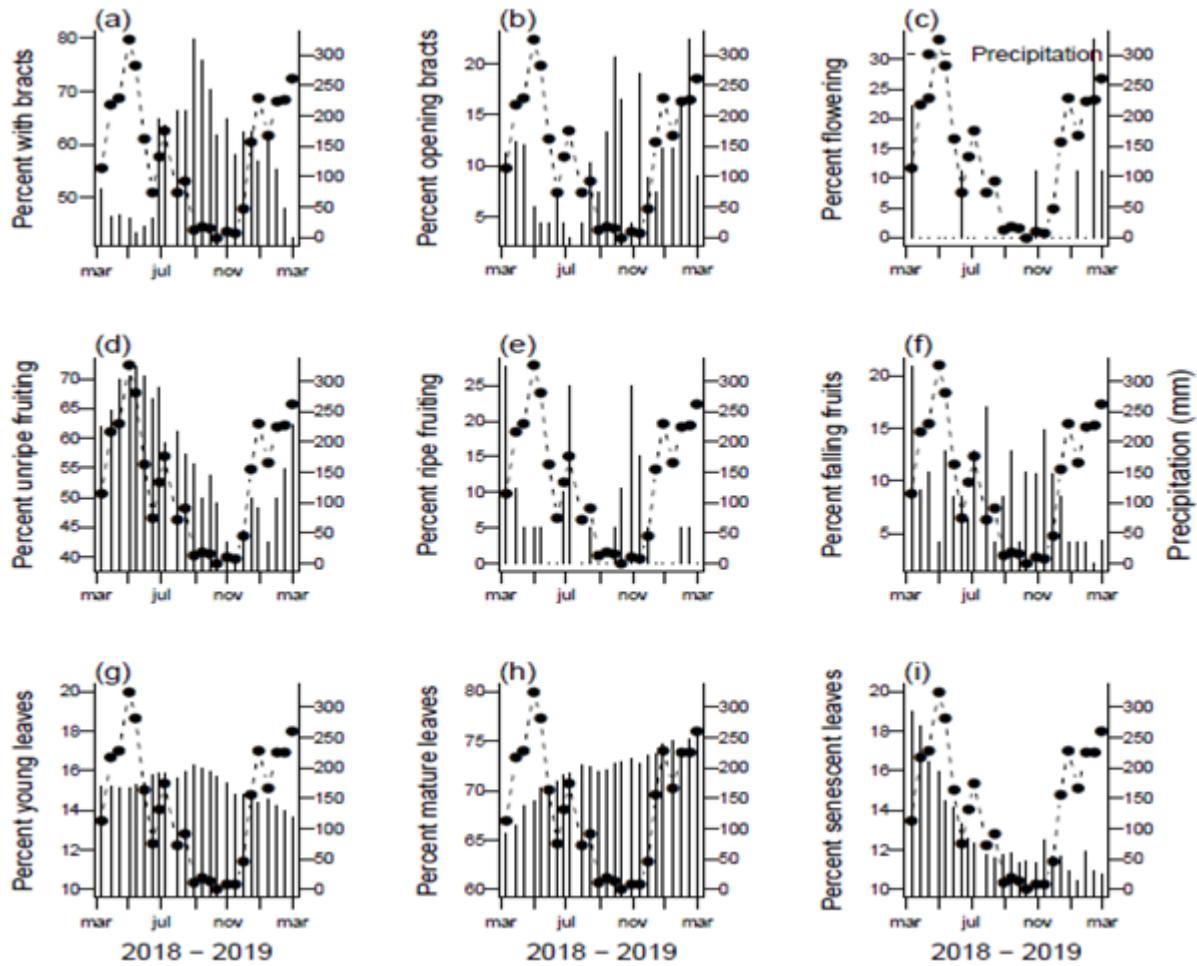
161 For each class that have more than one variable (flooding, leaf investment and inquilinism)
162 we selected one variable using a model selection approach (BURNHAM; ANDERSON,
163 2002) in which the Akaike's information criterion corrected for small samples (AICc) was
164 used to rank the models from the best to worst (smallest to highest AICc). The Delta Akaike
165 (ΔAIC) was calculated as the difference in AICc between each model and the best-fitting
166 model, and the Akaike weight (w), which provides an approximate probability that a given
167 model shows the best fit, was calculated as the relative likelihood of the model [$\exp(-0.5 \times$
168 $\Delta\text{AIC})$] divided by the sum of these values throughout the models. Standardized b coefficients
169 were calculated in order to compare the strength of each predictor and allow the choice for the
170 variable with the strongest effect. After running the model selection we built the multiple
171 GLM model to predict infrutescence production and the standardized b was also calculated to
172 compare the strength of the predictors. Also, a generalized a.k.a. R^2 (ZHANG, 2017) was
173 calculated to provide the explained variance of the model. Log-transformation of the predictor
174 variables were necessary to allow the estimates of the coefficients using the *glm* function.
175 All analyzes were run in R platform, version 3.5.2 (**R Core Team 2018**). The *MuMIn*
176 package (version 1.43.6, BARTON, 2019) was used for model selection and the *rsq* package
177 (version 1.1, ZHANG, 2018) was used to calculate the generalized R^2 .
178

179 3. Results

180
181 Most individuals (92.5%) emitted bracts and emission of bracts was more frequent (>60% of
182 all individuals) between July and January with a peak in September (Figure 1a). Though most
183 individuals (85%) showed opened bracts the percentage of individuals opening bracts
184 simultaneously was low (<25%). The percentage of individuals opening bracts through the
185 year was variable, peaking (>15%) from September to November and January to February
186 (Figure 1b). For few individuals it was possible to detect flowering (11%) and in only six
187 collections it was possible to observe this phenophasis, which peaked (>30%) in February
188 (Figure 1c). Most individuals presented unripe fruiting (68%) that occurred in all months,
189 with high frequency (>55%) between February and July (Figure 1d). Of the individuals with
190 ripe fruiting (26%), it was more frequent (>10%) between March and November, with peaks
191 in March, July and October (Figure 1e). Although most palm trees (60%) showed fruit

dispersion, the percentage of individuals with simultaneous fruit drop was low (<25%) increasing from March to December (>10%) (Figure 1f). The presence of young leaves was constant, but at low proportion (<18%), with peaks (>16%) recorded between August and September (Figure 1g). Mature leaves increased the frequency along the year from 66% in March 2018 to 76% in February 2019 (Figure 1h), while senescent leaves decreased from 19% to 11% along the year (Figure 1i).

198



199

Figure 1. Fenological variation (vertical lines) of *Attalea phalerata* from March 2018 to February 2019 in white-water floodplain forest in Northeast Amazonia. Percentage of all individuals with (a) emitting bracts, (b) opening bracts, (c) flowering, (d) unripe fruiting, (e) ripe fruiting, (f) falling fruits, and (g) young, (h) mature and (i) senescent leaves related to the gradient of 15-day accumulated precipitation (dotted lines).

205

Bract emission was negatively correlated to accumulated precipitation at different time lags (Spearman's Rank-order correlation: $r_s \leq -0.55$, $P < 0.01$ for 7 – 90 days) as do bract opening

207

wich was negatively related to accumulated precipitation ($r_s = -0.43, P < 0.05$) at the time lag of 180 days (**Supplementary Table 1**). Mean average percentage of young leaves also was negatively related accumulated precipitation ($r_s \leq -0.50, P < 0.05$) for time lags of 15 and 30 days, though it was positively related to precipitation ($r_s = 0.68, P < 0.001$) at time lag of 180 days. These results show that both inflorescence and leaf production take place mainly in the dry season, but long-term accumulated precipitation may benefit leaf production. Unripe fruiting was positively correlated to accumulated precipitation ($r_s \geq 0.45, P < 0.05$ for 7 – 18 days), showing that fruit development took place in the rainy season. Flowering, ripe fruiting, falling fruiting and percentage of mature and senescent leaves were not correlated ($P > 0.05$) to precipitation (**Supplementary Table 1**).

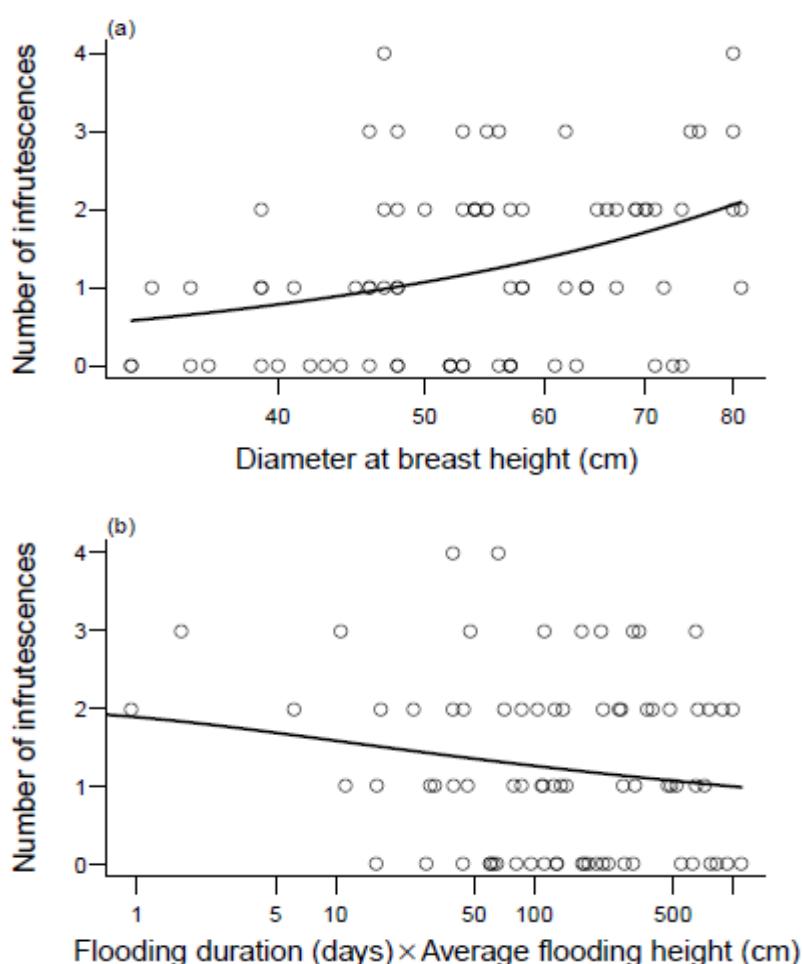
Unripe fruiting and flowering were positively correlated to flooding at different time lags ($r_s \geq 0.65, P < 0.05$ for 0 – 60 days for flowering and $r_s \geq 0.75, P < 0.05$ at 15 and 90 days; **Supplementary Table 2**) indicating that flowering and fruit production occur mainly in the flooding season. Mean percentage of young leaves was positively correlated to flooding at time lag of 60 days ($r_s = 0.76, P < 0.05$) showing that production of new leaves peaked in the flooding season. None of the other phenophases were correlated to flooding (**Supplementary Table 2**).

Average number of infrutescences per palm tree was 1.3 ± 1.1 (mean \pm standard deviation; range: 0 – 4), dbh was 55.62 ± 12.93 cm (32 - 81) and the average number of leaves was 29 ± 2.5 (19.7 – 36.5) with 15% of young, 72% of mature and 13% of senescent leaves (**Supplementary Table 3**). Altitude averaged 15.43 6.17 m.a.s.l. (1 - 31) and average flooding was 2.45 ± 1.74 m (0 – 7.38) and lasted on average 76.3 ± 43.2 days (0 – 180). Lianas and epiphytes were found at 21% and 19% of all palm trees (**Supplementary Table 3**).

Number of young leaves alone composed the best model ($AIC_c = 232.98, w = 0.044$) to predict the number of infrutescences from a set of 128 model combinations of seven leaf investment variables (**Supplementary Table 4**). Flooding duration \times average flooding height and maximum flooding height composed the best model ($AIC_c = 230.38, w = 0.251$) in a set of 16 model combinations of four flooding variables (**Supplementary Table 5**) and the flooding duration \times average flooding was chosen since it presented the highest magnitude of effect (standardized $b = -0.436$). The null model (intercept alone) was the best model ($AIC_c = 233.81, w = 0.486$) in a set of 4 model combinations using the presence/absence of epiphytes

240 and lianas to predict the number of infrutescences (**Supplementary Table 6**), thereby none of
241 the two variables were chosen.

242 The number of young leaves and flooding duration \times average flooding height were used with
243 plant diameter and altitude in a multiple GLM to predict the number of infrutescences
244 (**Supplementary Table 7**). The model explained 18% of variation in infrutescence
245 production. Plant diameter positively affected (standardized $b = 0.310, P = 0.003$) the number
246 of infrutescence, indicating that larger plants produce more infrutescences (**Figure 2a**).
247 However, flooding duration combined with average flooding height negatively affected
248 (standardized $b = -0.219, P = 0.01$) the number of infrutescences, showing that long periods
249 of flooding combined with higher flood levels reduces infrutescence production (**Figure 2b**).
250 The number of young leaves ($P = 0.27$) and altitude ($P = 0.27$) did not show significant effect.
251



252 **Figure 2.** Effect of (a) plant size (diameter at breast height) and (b) flooding (flooding duration \times
253 average flooding height) on fruit production (number of infrutescences) by individuals of *Attalea*

254 *phalerata* in white-water floodplain forest in Northeastern Amazonia. The lines represent the
 255 following equations estimated by Generalized Linear Models with Poisson distribution: (a)
 256 Infrutescences = $-5.4937^{**} + 1.4151^{**} \times \log(\text{Diameter} + 1)$, Generalized $R^2 = 0.13$; and (b)
 257 Infrutescences = $0.7049^* - 0.1024\ddagger \times \log(\text{Flooding} + 1)$, Generalized $R^2 = 0.04$. $\ddagger: P < 0.1$; $*$: $P < 0.05$;
 258 $**: P < 0.01$ after Z test.

259

260 4. Discussion

261

262 *A. phalerata* emitted and opened bracts throughout the year, but the processes peaked in the
 263 dry season and in the beginning of the rain season.

264 This pattern has also been detected for different species of *Attalea* (MORAES;
 265 BORCHSENIUS; BLICHER-MATHIESEN, 1996; VOEKS, 2002; FAVA; COVRE;
 266 SIGRIST, 2011) and many other palm species showed peaks of flowering during dry season
 267 (SIST, 1989; HENDERSON et al., 2000; PIEDADE; PAROLIN; JUNK, 2006), but flowering
 268 is also frequent in the rain season (DE STEVEN et al., 1987; CASTRO; GALETTI;
 269 MORELLATO, 2007). Although the deficit of rainfall may trigger the flowering of species in
 270 habitats with well-drained soils, in floodplain forests the plants seldom face water shortage in
 271 the soil, even in the dry season. However, less rainfall may imply in a decrease of flood
 272 intensity, allowing a better aeration of the soil. When the water recedes, more oxygen may
 273 become available for the roots and the plants may uptake more water and nutrients to supply
 274 the synthesis and allocation of carbohydrates for growth and reproduction. In Northern
 275 Amazonia *Mauritia flexuosa* peaked the flowering in the interface of wet to dry season
 276 possibly due to the improvement of soil conditions following the decrease of rainfall (ROSA;
 277 BARBOSA; KOPTUR, 2013). Furthermore, the negative correlation with prior precipitation
 278 (30 – 90 days) indicates that past heavy rains until three months ago may imply in less bract
 279 emission. Also, climatic changes which come with dry season such as decrease in humidity
 280 and increase of solar radiation and wind may affect the emission of bracts and its opening.
 281 Wind may be a representative disperser for palms (KÜCHMEISTER; SILBERBAUER-
 282 GOTTSBERGER; GOTTSBERGER, 1997; FAVA; COVRE; SIGRIST, 2011; ROSA;
 283 KOPTUR, 2013) and flowering in the dry season under drier and windy conditions (which are
 284 typical of the dry season in the study site) may increase the pollination success.
 285 The frequency of unripe fruiting individuals increased directly with rainfall and flooding
 286 (present and past). Fruiting increase in the rain season for species of *Attalea* and for many

other species of palms (SIST, 1989; MORAES; BORCHSENIUS; BLICHER-MATHIESEN, 1996; VOEKS, 2002; CASTRO; GALETI; MORELLATO, 2007; FAVA, COVRE, SIGRIST, 2011; ROSA; BARBOSA; KOPTUR, 2013). Unripe fruiting peaks in the rain season probably because *A. phalerata* is able store carbohydrates and nutrients necessary to fruit development under flooding conditions and low light intensity due to high concentration of clouds in the rain season. It was not possible to unveil a clear pattern for fruit maturation and dispersal, but both processes apparently are more intense in the end of the rain season and during the dry season. Probably high temperatures and increase in solar radiation aid fruit maturation and the soil is quite humid for seed germination. However, we did not record seed germination or dispersal by hydrochory, though it is known that for *A. phalerata* the barochory is representative as well as zoolochory, by parrots, crested caracaras, tapirs and agutis (NEGRELLE, 2015), its main dispersers due to the release of the woody endocarp seeds. For *Mauritia flexuosa* in the Northern Amazonia, fruit development occurs in dry season when solar radiation is higher and fruit maturation take place in the rain season to maximize fruit dispersion (ROSA; BARBOSA; KOPTUR, 2013). Nevertheless, for *Astrocaryum jauari*, a highly adapted species to the black-water floodplains of Negro river, though the fruit abscission occurs at high water levels, hydrochoric dispersion do not happens because the fruits are too heavy, and the dispersion is mainly by barochory and ichthyochory (PIEDADE; PAROLIN; JUNK, 2006).

The high proportions of young leaves were recorded in the dry season for *A. phalerata* which may be due to better soil conditions and higher solar radiation in this season. However, species of *Bactris genus* showed a decrease in leaf production in the dry season in Panama (DE STEVEN et al., 1987) while *A. phalerata* produced new leaves continuously along the year in a riparian forest perhaps due to low changes in soil and environmental conditions (FAVA; COVRE; SIGRIST, 2011). Nonetheless, in Atlantic forest, *A. funifera* showed higher number of young leaves in the rain season when the temperatures are also high (VOEKS, 2002). Higher proportion of young leaves in *A. phalerata* was negatively related with precipitation in agreement with the peak of leaf production in the dry season, but past precipitation (180 days) and past flooding (60 days) were positively correlated to young leaf proportion. This finding indicates that high water input in the past may reflect in high leaf production in short term.

318 Infrutescence production increased with plant size (diameter) and decreased with intensity and
319 duration of flooding. Mature plants of *A. phalerata* may produce more infructescenses and
320 thereby be more productive than younger plants. We found that 32% of the individuals
321 studied did not produced infructescences and their size was sgnificantly ($t = -2.6$, $P=0.01$)
322 smaller than plants which produced one or more infructescences. Howeve, we were not able
323 to define how many time it lasts and if *A. phalerata* may alternate the production of fruits.
324 *Oenocarpus bataua* has a bianual production of fruits with several individuals without
325 immature or mature fruits in one year (MILLER, 2002). As in present study, Miller found for
326 *O. bataua* that the most relevant variable to predict the number of infructescences was plant
327 diameter.

328 Different environmental factors may affect infructescence production. The number of
329 infructescences of *Euterpe edulis* was very lower in restinga in comparison with costal-plain
330 and premontane forests in the Atlantic forest showing tha soil conditions affect the fruit
331 production, since the restinga has a sandy soil with low fertility (CASTRO; GALETTI;
332 MORELLATO, 2007). *M. flexuosa* showed higher production of infructescences in the
333 savanna habitat compared to forest in Northern Amazonia, probably due to less competition
334 and higher light availability (ROSA; BARBOSA; KOPTUR, 2013). In the present study the
335 flooding level and flood duration have a negative effect on the infructescencs production.
336 Although the development of fruit take place in the rain season and the palm trees are
337 expected to show adaptations to sustain fruit production, the production of plants not
338 subjected to high and long floodings may present higher production.

339

340 **5 Conclusions**

341

342 These results show that the *Attalea phalerata* species found in the floodplain ecosystem has a
343 continuous phenological pattern with peaks in different seasons for bract emission, fruiting
344 and production of new leaves. Also, the phenophases are affected by rainfall and flooding.
345 This study also shows that plant size and flooding can affect infrutescence production.
346 Rainfall and flooding due to climate change may have a negative impact on fruit production if
347 extreme events increase in frequency in the future. It is important that future research consider
348 the factors studied here, especially when considering that phenological data of urucurizeiro in
349 the Amazonian estuary are scarce, making it difficult to obtain subsidies to propose

350 conservation strategies of the species. Furthermore, studies on floral biology, pollination and
351 fruit dispersion will help to understand the phenological patterns found in this study and
352 provide information to support the management of the species.

353

354 **Acknowledgments**

355

356 We thanks the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES)
357 for the scholarship awarded to R.N.F., and Enoque, Barbosa, Adjalma, Jonas and Paulo André
358 for valuable field work assistance. This work was supported by the Brazilian Agricultural
359 Research Corporation [02.13.07.007.00.02.06].

360

361 **References**

362

363 BARTON, K. 2019. MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.43.6.
364 <https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>

365

366 BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D.R. Model Selection and Inference: A Practical
367 Information-Theoretic Approach. 2nd Edition, Springer-Verlag, New York, 2002.
368 <http://dx.doi.org/10.1007/b97636>

369

370 CARIM, M. de J. V.; JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS, T. D. S. Composição florística e
371 estrutura de floresta de várzea no município de Mazagão, Estado do Amapá, Brasil. *Scientia
372 Forestalis*, v. 36, n. 79, p. 191-201, 2008.

373

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

377

378 DANTAS, A. R., RIBEIRO, G. G., LIRA-GUEDES, A. C., GUEDES, M. C. Produção de
379 frutos de urucurizeiros, *Attalea excelsa* Mart.(Arecaceae), em floresta de floodplain no
380 estuário do rio Amazonas. *Biota Amazônia*, v. 4, n. 4, p. 108-114, 2014.

381

382 DE STEVEN, D.; WINDSOR, D. M.; PUTZ, F. E.; DE LEON, B. Vegetative and
383 reproductive phenologies of a palm assemblage in Panama. *Biotropica*, v. 19, n. 4, p. 342-356,
384 1987.

385

386 FAVA, W. S.; COVRE, W. S.; SIGRIST, M. R. *Attalea phalerata* and *Bactris glaucescens*
387 (Arecaceae, Arecoideae): Phenology and pollination ecology in the Pantanal, Brazil. *Flora-
388 Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, v. 206, n. 6, p. 575-584, 2011.

389

390 IEPA. Meteorologia. Disponível em: <<http://www.iepa.ap.gov.br/meteorologia/index.php>>
391 Acesso em 25 mai. 2019.

392

- 393 GOMES, P. Fruticultura brasileira. 13^a ed. São Paulo: Nobel, 2006. 446p.
- 394
- 395 HENDERSON, A.; FISCHER, B.; SCARIOT, A.; PACHECO, M. A. W.; PARDINI, R.
- 396 Flowering phenology of a palm community in a central Amazon forest. *Brittonia*, v. 52, n. 2,
- 397 p. 149-159, 2000.
- 398
- 399 INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em:
- 400 <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/mesTempo>> Acesso em: 29 mar. 2019.
- 401
- 402 KÜCHMEISTER, H.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I.; GOTTSBERGER, G.
- 403 Flowering, pollination, nectar standing crop, and nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae),
- 404 an Amazonian rain forest palm. *Plant Systematics and Evolution*, v. 206, n. 1-4, p. 71-97,
- 405 1997.
- 406
- 407 LOPES FILHO, R. P. Boletim Agrometeorológico 2014. 1^a ed. Macapá: Embrapa Amapá,
- 408 2016. 28p.
- 409 MILLER, C. Fruit production of the ungurahua palm (*Oenocarpus bataua* subsp. *bataua*,
- 410 Arecaceae) in an indigenous managed reserve. *Economic Botany*, v. 56, n. 2, p. 165, 2002.
- 411
- 412 MORAES, M.; BORCHSENIUS, F.; BLICHER-MATHIESEN, U. Notes on the biology and
- 413 uses of the motacú palm (*Attalea phalerata*, Arecaceae) from Bolivia. *Economic Botany*, v.
- 414 50, n. 4, p. 423-428, 1996.
- 415
- 416 NEGRELLE, R. R. B. *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng.: aspectos botânicos, ecológicos,
- 417 etnobotânicos e agronômicos. *Ciência Florestal*, v. 25, n. 4, p. 1061-1066, 2015.
- 418
- 419 PESCE, C. Oleaginosas da Amazônia. 2^a Ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Núcleo
- 420 de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009. 334 p.
- 421
- 422 PIEDADE, M. F.; PAROLIN, P.; JUNK, W. J. Phenology, fruit production and seed dispersal
- 423 of *Astrocaryum jauari* (Arecaceae) in Amazonian black water floodplains. *Revista de*
- 424 *Biología Tropical*, v. 54, n. 4, p. 1171-1178, 2006.
- 425
- 426 QUESADA, C. A.; LLOYD, J.; ANDERSON, L. O.; FYLLAS, N. M.; SCHWARZ, M.;
- 427 CZIMCZIK, C. I. Soils of Amazonia with particular reference to the RAINFOR sites.
- 428 *Biogeosciences*, v.8, p. 1415–1440, 2011.
- 429
- 430 R Core Team 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation
- 431 for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- 432
- 433 ROSA, R. K.; BARBOSA, R. I.; KOPTUR, S. How do habitat and climate variation affect
- 434 phenology of the Amazonian palm, *Mauritia flexuosa*? *Journal of Tropical Ecology*, v. 29, n.
- 435 3, p. 255-259, 2013.
- 436
- 437 ROSA, R. K.; KOPTUR, S. New findings on the pollination biology of *Mauritia flexuosa*
- 438 (Arecaceae) in Roraima, Brazil: linking dioecy, wind, and habitat. *American journal of*
- 439 *botany*, v. 100, n. 3, p. 613-621, 2013.
- 440

- 441 RUSCHEL, A. R.; SILVA, W. F. M.; SOARES, M. H. M.; CARNEIRO, F. S.; SMOGISKI,
442 A. P.; VELASCO, E. R. Caracterização da floresta de floodplain no estuário amazônico. In:
443 REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 64., São Luís, 2012. Resumos... Ciência e saberes
444 tradicionais para enfrentar a pobreza. São Luís: SBPC: UFMA, 2012.
- 445
- 446 SIST, P. Peuplement et phénologie des palmiers en forêt Guyanaise (Piste de Saint Élie).
447 Revue d'écologie, v. 44, p. 113-151, 1989.
- 448
- 449 VOEKS, R. A. Reproductive ecology of the piassava palm (*Attalea funifera*) of Bahia, Brazil.
450 Journal of Tropical Ecology, v. 18, n. 1, p. 121-136, 2002.
- 451
- 452 WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; JUNK, W. J. Phytogeography, species diversity,
453 community structure and dynamics of central Amazonian floodplain forests. In: Amazonian
454 floodplain forests. Springer, Dordrecht, 2010. p. 61-102.
- 455
- 456 YOKOMIZO, G. K.; QUEIROZ, J. A. L. MOCHIUTTI S.; PINHEIRO, I. N.; SILVA, P. A.
457 R. Desempenho de progêneres de açaizeiros avaliadas para caracteres agronômicos no Estado
458 do Amapá. *Scientia Forestalis*, v. 38, n. 87, p. 367-76, 2010.
- 459
- 460 ZHANG, D. A Coefficient of Determination for Generalized Linear Models. *The American
461 Statistician*, v. 71, n. 4, p. 310-316, 2017. DOI: 10.1080/00031305.2016.1256839
- 462
- 463 ZHANG, D. 2018. rsq: R-Squared and Related Measures. R package version 1.1.
464 <https://CRAN.R-project.org/package=rsq>
- 465
- 466

Supplementary Table 1. Spearman's rank-order correlations of the percentage of individuals showing a given phenophase and the mean percentage of leaves of different stages with the accumulated precipitation in different time lags.

Phenophase	Time lags in precipitation (days)					
	7	15	30	60	90	180
Bract Emission	-0.58**	-0.66***	-0.74***	-0.69***	-0.55**	0.25
Bract Openning	-0.22	-0.13	-0.14	-0.26	-0.4	-0.43*
Flowering	0.14	0.07	0.19	0.16	0.18	-0.23
Unripe fruiting	0.57**	0.53**	0.62**	0.73***	0.79***	0.48*
Ripe fruiting	-0.12	-0.17	-0.23	-0.29	-0.22	-0.21
Falling fruiting	-0.11	-0.37	-0.34	-0.37	-0.19	-0.04
Young leaves	-0.36.	-0.56**	-0.52*	-0.29	-0.05	0.68***
Mature leaves	-0.28	-0.07	-0.14	-0.18	-0.26	-0.25
Senescent leaves	0.3	0.18	0.22	0.25	0.28	0.05

*: P<0.05; **: P<0.01; ***: P<0.001.

Supplementary Table 2. Spearman's rank-order correlations of percentage of individuals showing a given phenophase and mean percentage of leaves of different stages with the mean flooding in different time lags.

Phenophase	Time lag in flooding (days)					
	0	15	30	60	90	180
Bract Emission	-0.37	-0.36	0.04	0.65	-0.2	-0.34
Bract Openning	-0.06	-0.24	-0.29	-0.24	0.03	-0.03
Flowering	0.26	0.77**	0.61	0.08	0.83*	0.48
Unripe fruiting	0.66**	0.82**	0.86*	0.81*	-0.09	0.36
Ripe fruiting	-0.36	-0.26	0.26	0.33	0.39	0.39
Falling fruiting	-0.40	-0.43	0.00	-0.08	0.20	0.24
Young leaves	-0.19	-0.16	0.11	0.76*	0.09	-0.13
Mature leaves	0.01	0.05	-0.21	-0.43	-0.03	0.08
Senescent leaves	0.05	-0.19	0.00	-0.19	-0.43	-0.05

*: P<0.05; **: P<0.01.

Supplementary Table 3. Variation in the response and predictive variables used in the Generalized Linear Models. The number of infrutescences is the maximum number observed per palm tree. Leaf variables were calculated as the average counting from March 2018 to February 2019 and flooding variables as the average of measurements taken from May 2018 to February 2019. Lianas and epiphytes were identified at the first survey and the percent of palm trees with presence and absence of these plants are between parentheses.

Variable	Minimum	Maximum	Mean	Standard deviation
Number of infrutescences	0	4	1.26	1.11
Altitude (m.a.s.l)	1	31	15.43	6.17
dbh (cm)	32	81	55.62	12.93
Average flooding height (m)	0	7.38	2.45	1.74
Maximum flooding height (cm)	0	38	14.55	8.51
Flooding duration (days)	0	180	76.31	43.17
Flooding duration × average flooding height	0	1104	248.68	274.04
Total number of leaves	19.67	36.5	28.99	2.46
Number of young leaves	3.25	5.54	4.39	0.54
Number of mature leaves	14.58	23.43	20.72	1.6
Number of senescent leaves	0.67	12.71	3.88	2.02
Proportion of young leaves	0.11	0.22	0.15	0.02
Proportion of mature leaves	0.47	0.8	0.72	0.05
Proportion of senescent leaves	0.03	0.42	0.13	0.06
Lianas (presence/absence)	0 (79%)	1 (21%)		
Epiphytes (presence/absence)	0 (81%)	1 (19%)		

Supplementary Table 4. Model selection using leaf variables (log transformed) to predict the number of infrutescences produced by individuals of *Attalea phalerata*. Corrected Akaike's Information Criterion (AICc) from Generalized Linear Models were used to rank the models from best to worst. Delta AIC (ΔAIC) is the difference in AICc between each model and the best-fitting model, and AICc weight (w) provides an approximate probability that a given model shows the best fit.

Mode 1	Intercept (a)	Standardized b coefficients								df	AICc	ΔAIC C	w
		Number of leaves	Number of young leaves	Number of mature leaves	Number of senescent leaves	Proportion of young leaves	Proportion of mature leaves	Proportion of senescent leaves					
3	0			0.158					2	232.98	0.00	0.044	
7	0		0.140	0.121					3	233.67	0.70	0.031	
5	0			0.143					2	233.77	0.79	0.029	
1	0								1	233.81	0.84	0.029	
10	0	0.304			-0.254				3	233.87	0.89	0.028	
21	0			0.193		0.141			3	234.00	1.02	0.026	
66	0	0.230					-0.198		3	234.36	1.38	0.022	
18	0	0.175				0.160			3	234.43	1.45	0.021	
4	0	0.070	0.141						3	234.59	1.61	0.019	
2	0	0.104							2	234.65	1.67	0.019	
19	0		0.228		-0.093				3	234.70	1.72	0.018	
35	0		0.164			0.042			3	234.96	1.99	0.016	
67	0		0.156				-0.019		3	235.10	2.12	0.015	

45	0		0.350	-0.463		-0.518		4	235.11	2.13	0.015	
11	0		0.158		-0.006			3	235.13	2.16	0.015	
26	0	0.305			-0.197	0.108		4	235.17	2.19	0.015	
17	0					0.076		2	235.20	2.22	0.014	
101	0		0.245				-0.532	-0.495	4	235.28	2.31	0.014
42	0	0.363			-0.452		-0.183		4	235.32	2.34	0.014
12	0	0.237	0.090		-0.198				4	235.34	2.37	0.013
98	0	0.258					-0.306	-0.498	4	235.36	2.38	0.013
14	0	0.541		-0.174	-0.430				4	235.46	2.48	0.013
70	0	0.581		-0.307				-0.481	4	235.51	2.53	0.012
82	0	0.245				0.115		-0.146	4	235.54	2.56	0.012
53	0		0.223			0.162	-0.090		4	235.61	2.64	0.012
22	0	0.101		0.128		0.163			4	235.63	2.65	0.012
50	0	0.237				0.165	0.119		4	235.65	2.67	0.011
65	0							-0.044	2	235.70	2.72	0.011
85	0		0.217			0.192		0.093	4	235.71	2.73	0.011
68	0	0.172	0.097					-0.146	4	235.72	2.75	0.011
37	0		0.157				-0.039		3	235.79	2.81	0.011
6	0	0.041		0.118					3	235.81	2.83	0.011
15	0		0.140	0.123	-0.020				4	235.85	2.87	0.010

13	0		0.145	-0.026			3	235.86	2.88	0.010	
23	0	0.112	0.137		0.035		4	235.86	2.88	0.010	
33	0				0.020		2	235.87	2.90	0.010	
34	0	0.163			0.107		3	235.88	2.90	0.010	
69	0		0.140			-0.022	3	235.88	2.90	0.010	
9	0			-0.017			2	235.89	2.91	0.010	
71	0	0.140	0.120			-0.007	4	235.89	2.91	0.010	
39	0	0.140	0.121			-0.001	4	235.89	2.91	0.010	
8	0	0.000	0.140	0.121			4	235.89	2.91	0.010	
36	0	0.127	0.142			0.112	4	235.91	2.94	0.010	
27	0	0.361		-0.153	-0.281		4	235.94	2.96	0.010	
29	0		0.195	0.062	0.173		4	235.94	2.96	0.010	
74	0	0.337		-0.397			0.127	4	236.00	3.02	0.010
83	0	0.300			-0.210		-0.117	4	236.15	3.17	0.009
51	0	0.290			-0.160	0.095		4	236.23	3.26	0.009
20	0	0.564	-0.537		0.747			4	236.39	3.41	0.008
28	0	1.190	-1.168	-0.256	1.369			5	236.42	3.44	0.008
99	0	0.245				0.348	0.309	4	236.56	3.58	0.007
84	0	1.173	-1.241		1.452		-0.207	5	236.72	3.74	0.007
55	0	-1.227	1.084		1.493	-0.841		5	236.76	3.79	0.007

24	0	0.988	-1.274	0.189		1.558			5	236.77	3.79	0.007
52	0	1.172	-1.253			1.537	0.174		5	236.82	3.84	0.006
43	0		0.184		0.114		0.150		4	236.83	3.85	0.006
73	0				0.322			-0.365	3	236.97	3.99	0.006
103	0		-0.307	0.492			-1.545	-1.432	5	237.05	4.07	0.006
75	0		0.141		0.164			-0.185	4	237.10	4.12	0.006
93	0			0.359	-0.546	0.238		0.687	5	237.15	4.17	0.005
46	0	-0.971		1.266	-0.464		-1.380		5	237.16	4.18	0.005
25	0				0.042	0.100			3	237.22	4.24	0.005
61	0			0.325	-0.343	0.062	-0.415		5	237.23	4.25	0.005
109	0			0.319	-0.301		-0.559	-0.208	5	237.27	4.29	0.005
47	0		0.038	0.308	-0.385		-0.428		5	237.32	4.34	0.005
90	0	0.344			-0.366	0.111		0.151	5	237.33	4.35	0.005
100	0	0.443	-0.219				-0.864	-1.167	5	237.33	4.36	0.005
58	0	0.333			-0.310	0.075	-0.089		5	237.36	4.38	0.005
49	0					0.075	0.003		3	237.36	4.38	0.005
81	0					0.076		0.000	3	237.36	4.38	0.005
30	0	0.397		-0.068	-0.277	0.086			5	237.40	4.42	0.005
106	0	0.325			-0.257		-0.269	-0.253	5	237.41	4.43	0.005
117	0			0.260		-0.165	-0.940	-0.957	5	237.45	4.47	0.005

44	0	0.302	0.052		-0.346		-0.116		5	237.46	4.48	0.005
76	0	0.275	0.093		-0.375			0.158	5	237.49	4.52	0.005
79	0		0.167	0.225	-0.480			0.493	5	237.49	4.52	0.005
97	0						-0.152	-0.183	3	237.50	4.52	0.005
102	0	-0.481		0.697			-0.948	-0.485	5	237.51	4.53	0.005
16	0	0.385	0.062	-0.094	-0.310				5	237.51	4.54	0.005
114	0	0.269				-0.122	-0.598	-0.840	5	237.58	4.60	0.004
78	0	0.598		-0.262	-0.249			-0.238	5	237.58	4.60	0.004
87	0		-0.597	0.620		0.978		0.498	5	237.65	4.67	0.004
38	0	-1.024		1.122			-0.946		4	237.75	4.77	0.004
86	0	0.461		-0.197		0.045		-0.359	5	237.77	4.79	0.004
72	0	0.702	-0.033	-0.395				-0.580	5	237.77	4.80	0.004
54	0	-0.184		0.396		0.160	-0.252		5	237.88	4.91	0.004
77	0			0.178	-0.167			0.151	4	238.01	5.03	0.004
41	0				-0.001		0.019		3	238.03	5.06	0.003
105	0				0.460		-0.298	-0.774	4	238.07	5.09	0.003
31	0		0.189	0.098	-0.050	-0.063			5	238.12	5.14	0.003
91	0		0.403		-0.286	-0.324		0.120	5	238.15	5.17	0.003
40	0	-0.307	0.137	0.412			-0.274		5	238.15	5.17	0.003
59	0		0.395		-0.251	-0.346	-0.078		5	238.15	5.17	0.003

115	0		0.333		-0.476	-0.580	-0.791	5	238.20	5.22	0.003	
107	0		0.472		-0.659		1.006	1.604	5	238.23	5.26	0.003
89	0			0.377	0.101		-0.363	4	238.35	5.37	0.003	
95	0		-1.103	1.173	-0.817	1.711		1.736	6	238.44	5.46	0.003
63	0		-1.210	1.174	-0.343	1.373	-1.158		6	238.45	5.47	0.003
119	0		-1.250	1.140		1.164	-1.776	-1.035	6	238.60	5.62	0.003
57	0			0.270	0.188	0.221		4	238.63	5.65	0.003	
92	0	1.181	-1.145		-0.291	1.344		0.032	6	238.76	5.78	0.002
32	0	1.180	-1.191	0.020	-0.233	1.401			6	238.76	5.78	0.002
60	0	1.187	-1.163		-0.262	1.361	-0.005		6	238.76	5.78	0.002
116	0	1.136	-1.172			1.234	-0.361	-0.624	6	238.98	6.00	0.002
104	0	-1.329	-0.424	1.833			-3.075	-1.755	6	239.05	6.07	0.002
56	0	0.501	-1.300	0.665		1.579	-0.446		6	239.05	6.07	0.002
88	0	1.185	-1.238	-0.013		1.444		-0.222	6	239.06	6.08	0.002
121	0			0.984	-0.816	-2.349	-3.630	5	239.36	6.38	0.002	
111	0		-0.431	0.546	0.181		-1.936	-1.981	6	239.36	6.39	0.002
94	0	-0.325		0.686	-0.687	0.353		1.158	6	239.43	6.45	0.002
125	0			0.398	-0.808	0.495	0.622	1.667	6	239.44	6.46	0.002
62	0	-0.767		1.059	-0.391	0.038	-1.137		6	239.45	6.47	0.002
110	0	-0.828		1.112	-0.362		-1.278	-0.130	6	239.46	6.48	0.002

113	0				0.225	0.364	0.418	4	239.46	6.48	0.002	
122	0	0.445			-0.963	0.685	1.462	2.337	6	239.48	6.51	0.002
48	0	-0.900	0.013	1.184	-0.437		-1.286		6	239.49	6.51	0.002
118	0	-1.239		1.439		-0.332	-2.422	-1.398	6	239.54	6.56	0.002
108	0	0.444	-0.221		0.003		-0.870	-1.176	6	239.67	6.70	0.002
80	0	0.144	0.128	0.108	-0.428			0.321	6	239.83	6.85	0.001
123	0		0.413		-0.332	-0.291	0.114	0.290	6	240.48	7.51	0.001
96	0	0.393	-1.235	0.874	-0.683	1.748		1.295	7	240.78	7.80	0.001
124	0	1.411	-1.265		-1.117	2.284	2.069	3.100	7	240.79	7.82	0.001
127	0		-1.177	1.191	-0.599	1.575	-0.566	0.917	7	240.81	7.84	0.001
64	0	-0.035	-1.205	1.204	-0.345	1.367	-1.187		7	240.85	7.87	0.001
120	0	-0.418	-1.191	1.495		1.046	-2.231	-1.174	7	240.98	8.00	0.001
112	0	-1.476	-0.666	2.081	0.340		-3.971	-2.814	7	241.37	8.39	0.001
126	0	-0.378		0.732	-0.658	0.320	-0.123	1.042	7	241.84	8.86	0.001
128	0	0.813	-1.254	0.525	-0.902	2.014	0.939	2.183	8	243.24	10.26	0.000

Supplementary Table 5. Model selection using flooding variables (log transformed) to predict the number of infrutescences produced by individuals of *Attalea phalerata*. Corrected Akaike's Information Criterion (AICc) from Generalized Linear Models using Poisson distribution were utilized to rank the models from best to worst. Delta AIC (ΔAIC) is the difference in AICc between each model and the best-fitting model, and AICc weight (w) provides an approximate probability that a given model shows the best fit.

Model	Intercept (a)	Flooding duration	Standardized b coefficients			df	AICc	ΔAIC	w
			Flooding duration \times	Maximum flooding	Average flooding				
			average flooding	height	height				
7	0		-0.436	0.347		3	230.38	0.00	0.251
15	0		-0.617	0.323	0.217	4	232.10	1.71	0.107
6	0	-0.298		0.225		3	232.33	1.95	0.095
8	0	-0.074	-0.364	0.343		4	232.48	2.09	0.088
2	0	-0.135				2	233.01	2.62	0.068
3	0		-0.143			2	233.11	2.73	0.064
14	0	-0.241		0.320	-0.184	4	233.46	3.08	0.054
1	0					1	233.81	3.43	0.045
11	0		-0.432		0.321	3	233.97	3.58	0.042
13	0			0.255	-0.328	3	234.11	3.73	0.039
16	0	0.048	-0.703	0.320	0.265	5	234.34	3.96	0.035

9	0			-0.110	2	234.42	4.04	0.033
4	0	-0.083	-0.061		3	235.08	4.69	0.024
10	0	-0.147		0.018	3	235.15	4.77	0.023
5	0		-0.015		2	235.89	5.51	0.016
12	0	0.108	-0.636	0.431	4	235.99	5.61	0.015

Supplementary Table 6. Model selection using the presence/absence of lianas and epiphytes to predict the number of infrutescences produced by individuals of *Attalea phalerata*. Corrected Akaike's Information Criterion (AICc) from Generalized Linear Models using Poisson distribution were utilized to rank the models from best to worst. Delta AIC (ΔAIC) is the difference in AICc between each model and the best-fitting model, and AICc weight (w) provides an approximate probability that a given model shows the best fit.

Model	Standardized b coefficients						
	Intercept (a)	Epiphytes	Lianas	df	AICc	ΔAIC	w
1	0			1	233.81	0.00	0.486
3	0		-0.081	2	235.18	1.36	0.245
2	0	0.024		2	235.85	2.03	0.176
4	0	0.043	-0.091	3	237.12	3.31	0.093

Supplementary Table 7. Results of a multiple Generalized Linear Model (*glm*) with Poisson distribution testing for the effect of plant size (diameter at breast height), number of young leaves, flooding (flooding duration \times average flooding height) and topographic altitude on the number of infrutescences produced by individual of *Attalea phalerata* in floodplain white-water flooding forest in Amapá, Brazil.

b coefficient \pm standard error (standardized b)					
Intercept (a)	Diameter at breast height	Number of young leaves	Flooding duration \times average flooding height	Altitude	Generalized R^2
-6.633 \pm 2.22**	1.474 \pm 0.50** (0.310)	1.158 \pm 1.06 (0.107)	-0.157 \pm 0.06* (-0.219)	-0.122 \pm 0.19 (-0.056)	0.18

*: P<0.05; and **: P<0.01 after Z test.