



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA
PÓS- GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

HELAINÉ CRISTINE GONÇALVES PIRES

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá)
(ARECACEAE) EM SISTEMA SILVIPASTORIL NO NORDESTE PARAENSE**

**BELÉM
2011**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA
PÓS- GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

HELAINÉ CRISTINE GONÇALVES PIRES

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá)
(ARECACEAE) EM SISTEMA SILVIPASTORIL NO NORDESTE PARAENSE.**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais, Área de Concentração: Silvicultura Tropical.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Leonilde dos Santos Rosa.

**BELÉM
2011**



Pires, Helaine Cristine Gonçalves

Fenologia reprodutiva de Attalea maripa (Aubl.) Mart. (inajá) (ARECACEAE) em sistema silvipastoril no nordeste paraense./ Helaine Cristine Gonçalves Pires. - Belém, 2011.

69 f.:il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)– Universidade Federal Rural da Amazônia, 2011.

1. Inajá – Fenologia – sistema silvipastoril. 2. Nordeste Paraense 3. Amazônia I. Título

CDD – 584.5





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA
PÓS- GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

HELAINÉ CRISTINE GONÇALVES PIRES

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá)
(ARECACEAE) EM SISTEMA SILVIPASTORIL NO NORDESTE PARAENSE**

Dissertação apresentada ao Programa de mestrado em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais. Área de Concentração: Silvicultura Tropical.


Aprovada em 29 de dezembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA




Profª Dra. Leonilde dos Santos Rosa - Orientador (a)

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



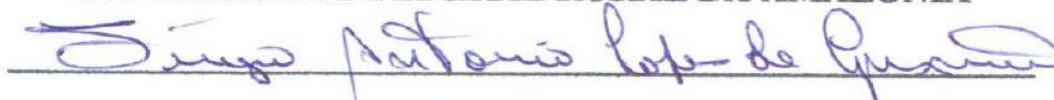
Pesq. Dra. Gladys Ferreira de Sousa- 1º Examinador (a)

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL



Profª Dra. Mônica Trindade Abreu de Gusmão- 2º Examinador (a)

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



Prof. Dr. Sérgio Antônio Lopes de Gusmão- 3º Examinador

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



DEDICO

À Deus, fonte de amor e sabedoria. Aos meus pais, Jaime e Luiza Pires, exemplos de amor, luta e coragem e ao meu irmão, Renan Pires.

AGRADECIMENTOS

Ao meu bom Deus, que além da vida me concedeu saúde, força, coragem e determinação para buscar a concretização dos meus sonhos.

Aos meus pais Jaime e Luiza Pires, exemplos de amor, força e determinação pela a maravilhosa educação e ensinamentos que recebi ao longo de minha vida.

À Prof^a Dra. Leonilde Rosa, pela orientação, paciência, conselhos e incentivos que recebi ao longo desse período.

À Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, especialmente aos Professores e a Secretaria do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, pelo conhecimento, experiência e atenção que contribuíram para a minha formação profissional e pessoal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES, pela concessão da bolsa de estudos para o mestrado.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Pará- FAPESPA pela oportunidade, cujo apoio permitiu a realização do meu trabalho financiado no âmbito do projeto “Sistemas de produção sustentável de inajá (*Attalea maripa* (Aubl.) Mart.) para a recuperação de áreas degradadas e produção de biodiesel na agricultura familiar”

À Secretaria de Estado de Meio Ambiente- SEMA pelo fornecimento dos dados climáticos.

Ao Engenheiro Florestal Benedito Cabral e aos bolsistas Paulo Ferreira, Glauco Nogueira, Wanessa Menezes e Viviane Martins pela imprescindível ajuda nas coletas de campo e pela amizade.

Aos Moradores da vila Cumaru, Bonito- PA, em especial aos senhores Francisco Benedito de Sousa e Raimundo Angélico Mininéia Lameira, pelo apoio e atenção durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos amigos de curso pela maravilhosa convivência: Luiz Edinelson Cardoso, Clenes Lima, Kátia Luz, Luciana Creão, Alan Péricles, Ana Cecília e Odineila Martins.

À secretária do curso de mestrado Mylena Rodrigues pela amizade e ajuda em assuntos burocráticos durante o curso.

Ao meu irmão Renan Pires, pelo amor, amizade, companhia, ajuda e palavras de encorajamento.

A minha madrinha Rosalina, que participou da minha criação, pelo seu exemplo de amor, carinho e por toda a sua ajuda nos momentos difíceis.

Ao meu namorado, Luiz Edinelson Cardoso, por sempre está ao meu lado, por todo amor, paciência e compreensão durante as horas mais difíceis.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, colaboraram para a concretização deste trabalho. Muito obrigada!



LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Resultados dos testes *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) e *Bartlett* para fenofases de *Attalea maripa* (inajá) avaliadas e a pluviosidade, no município de Bonito- PA, nordeste paraense.....**47**
- Tabela 2** Resultados dos autovalores para a extração de fatores e variância total explicada pelos fatores.....**47**
- Tabela 3** Matriz de cargas fatoriais após a rotação ortogonal pelo método Varimax.....**48**

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Localização da área de estudo no município de Bonito- PA, Brasil.....**28**
- Figura 2** Vista geral de um fragmento de floresta secundária na vila Cumaru, município de Bonito, PA. **29**
- Figura 3** Vista geral do sistema silvipastoril, na vila Cumaru, município de Bonito, PA..... **29**
- Figura 4** Percentagem de indivíduos de *Attalea maripa* (inajá) com espatas fechadas, em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.....**32**
- Figura 5** Espatas fechadas observadas em *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará. Fonte: Amaral, 2011.....**33**
- Figura 6** Percentagem de indivíduos de *Attalea maripa* (inajá) com espatas abertas com flores, em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.....**34**
- Figura 7** Espatas abertas com flores observadas em *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará.....**34**
- Figura 8** Polinização realizada por abelhas observada em flores de *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril, em Bonito, estado do Pará.....**35**
- Figura 9** Percentagem de indivíduos de *Attalea maripa* (inajá) com espatas abertas com flores caindo em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.....**36**
- Figura 10** Espatas abertas com flores caindo observadas em *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará.....**37**
- Figura 11** Percentagem de indivíduos de *Attalea maripa* (inajá) com espatas abertas com flores caídas em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.....**38**
- Figura 12** Espatas abertas com flores caídas observadas em *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará.....**38**
- Figura 13** Percentagem de indivíduos de *Attalea maripa* (inajá) com cachos

	verdes em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.....	39
Figura 14	Cachos com frutos verdes observados em <i>Attalea maripa</i> (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará.....	40
Figura 15	Percentagem de indivíduos de <i>Attalea maripa</i> (inajá) com cachos frutos maduros em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.....	41
Figura 16	Cachos com frutos maduros observados em <i>Attalea maripa</i> (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará.....	42
Figura 17	Percentagem de indivíduos de <i>Attalea maripa</i> (inajá) com cachos com frutos maduros caindo em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.....	43
Figura 18	Cachos com frutos maduros caindo observados em <i>Attalea maripa</i> (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará.....	43
Figura 19	Percentagem de indivíduos de <i>Attalea maripa</i> (inajá) que apresentaram queda de folhas velhas em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.....	44
Figura 20	Queda de folhas velhas observadas em <i>Attalea maripa</i> (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará.....	45
Figura 21	Emissão de folhas novas observadas em <i>Attalea maripa</i> (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará.....	46



SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1 CONTEXTUALIZAÇÃO	11
1.1 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
1.1. 1 Características gerais de <i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.....	13
1.1. 2 Fenologia de espécies florestais.....	16
1.1.3 Sistema Silvipastoril.....	18
REFERÊNCIAS	19
2 FENOLOGIA REPRODUTIVA DE <i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart. (INAJÁ) EM SISTEMA SILVIPASTORIL	
2.1 INTRODUÇÃO.....	27
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
2.3.1 Sincronia.....	31
2.3.2 Fenofase espata fechada.....	32
2.3.3 Fenofase espata aberta com flores.....	33
2.3.4 Fenofases espatas abertas com flores caindo e caídas.....	36
2.3.5 Fenofase cacho com frutos verdes.....	39
2.3.6 Fenofase cacho com frutos maduros.....	41
2.3.7 Fenofase cacho com frutos maduros caindo.....	42
2.3.8 Fenofases queda de folhas velhas e emissão de folhas novas.....	44
2.3.9 Análise fatorial.....	46
2.4 CONCLUSÕES.....	50
2.5 AGRADECIMENTOS.....	50
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICES	54
ANEXOS	57

RESUMO

PIRES, H. C. G. Fenologia reprodutiva de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá) (Areaceae) em sistema silvipastoril no nordeste paraense. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural da Amazônia. 2011. Orientadora: Profa. Dra. Leonilde dos Santos Rosa.

A matriz energética mundial tem no petróleo a principal fonte de energia fóssil, a qual tem gerado grande passivo ambiental. Desse modo, a busca de fontes energéticas alternativas, como a produção de biocombustível a partir de palmeiras nativas da Amazônia, *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá), tornou-se necessária. Assim, o trabalho teve como objetivo estudar o comportamento fenológico de inajá, em sistema silvipastoril. A pesquisa foi realizada em Bonito (PA), no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011. Os dados fenológicos foram obtidos em 100 palmeiras adultas em 3,25 hectares. Os dados foram analisados pelo fenograma, índice de sincronia e análise fatorial. Os resultados obtidos mostraram que o padrão fenológico de floração e o de frutificação do inajá não são sazonais, são de longa duração e sofrem oscilações ao longo do ano. A precipitação é um fator climático expressivo para floração e muito importante para a frutificação e dispersão desta palmeira. A maior intensidade de floração ocorre no período menos chuvoso e a frutificação no de maior precipitação pluviométrica. A queda e a emissão de folhas de inajá não são eventos sazonais, mas contínuos. Apenas a fenofase espata fechada da palmeira inajá é altamente sincrônica. A frutificação, em geral, é um evento fenológico pouco sincrônico.

Palavras-chave: Amazônia, Floração. Frutificação, Palmeira, Sincronia

ABSTRACT

Reproductive phenology of *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá) (Arecaceae) in silvopastoral system in the northeast paraense

The world's energy matrices have in the oil major source of fossil energy, which has generated large environmental liabilities. Thus the search for alternative energy sources such as biofuel production from palm native to the Amazon, as *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá), became necessary. The work aimed to study the phenological behavior of inajá in silvopastoral system. The research was carried out in Bonito (PA), from August 2009 to December 2011. The phenological data were obtained on 100 adult palms on 3.25 hectares. Data were analyzed by phenogram, index of Synchrony, and factor analysis. The results showed that the pattern of flowering and fruiting phenology of inajá is not seasonal, is long lasting and fluctuates throughout the year. Rainfall is a significant climatic factor for flowering and very important for fruiting and dispersal of this palm. The highest intensity of flowering occurs in less rainy season and fruiting of the greatest rainfall. The fall and leaf emission of inajá are not seasonal events, but continuous. Just phenophase palm spathe closed inajá is highly synchronous. The fruiting in general is a bit synchronous phenological event.

Key words: Amazon, Flowering, Fruiting Palm, Synchrony

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A matriz energética baseada na energia fóssil, que tem o petróleo e seus derivados como foco principal, permitiu a produção em massa de bens, porém criou um passivo ambiental de grandes proporções. Assim, houve a necessidade de se buscar novas fontes energéticas baseadas no aproveitamento da biomassa de origem orgânica não fóssil, animal ou vegetal, para ser aproveitada na geração de calor ou eletricidade (GONZALEZ et al., 2008). Esta nova matriz envolve pelo menos três variáveis centrais: o impacto sobre o meio ambiente, a disponibilidade de matéria-prima e os custos por ela gerados (RIZZO; PIRES, 2005).

Neste novo cenário, o uso de bio-óleo para a produção do biodiesel surge como uma fonte de energia alternativa, visto que apresenta diversas vantagens ambientais, por ser menos poluente que o óleo diesel (RIZZO; PIRES, 2005) e gerar emprego e renda à população de países emergentes como o Brasil (TAVARES, 2000).

Em vista disso, o governo brasileiro criou em 2006 o Plano Nacional de Agroenergia e o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel-PNPB, com o objetivo de estabelecer marco e rumo para as ações públicas e privadas de geração de conhecimento e tecnologias que proporcionem a produção sustentável de energia e a utilização adequada dessa energia renovável em substituição a atual matriz energética.

Diante dessa nova realidade, o aproveitamento da biodiversidade natural nas regiões tropicais, como a Amazônia, passou a ser visto como uma alternativa para a obtenção de matéria-prima a ser utilizada na produção de biocombustíveis, em substituição a atual matriz energética. Nesta região, os recursos genéticos vegetais, principalmente de plantas frutíferas e ricas em óleo, ganharam destaque em termos de valorização econômica (PALLET, 2002).

Pesquisas realizadas na Amazônia brasileira registraram a ocorrência de 51 espécies oleaginosas, com destaque para as palmeiras pertencentes à família Areaceae (PESCE, 1947), dentre elas a *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá), denotando que a Amazônia é detentora de grande diversidade de espécies oleaginosas. Nesta região, as palmeiras, em geral, habitam áreas de terra firme e áreas alagadas e possuem grande valor na estrutura florestal (KAHN; MEJIA, 1990) e seus frutos geralmente são apreciados na culinária local (ROSA, 2002).

No caso da *Attalea maripa* (Aubl.) Mart., ou inajá, os frutos não são muito apreciados na dieta alimentar dos amazônidas, porém o óleo extraído do fruto da palmeira apresenta grande potencial de uso na indústria, uma vez que do mesocarpo pode-se extrair óleo (37,16%), proteína (14,25%) e água (5,80%), além disso as amêndoas contidas nas sementes podem produzir 59,28% de óleo, 19,25% de proteínas e 5,8% de água (PESCE, 1947). Pesquisas mais recente mostram que o óleo extraído do inajá pode se usado como fonte de matéria-prima para a produção de biocombustível, como o biodiesel (CORREA et al., 2005; RODRIGUES et al., 2006; BEZERRA et al., 2006; MOTA; FRANÇA, 2007).

Segundo Serruya et al. (1979), os óleos das amêndoas do inajá e do dendê são muito semelhantes, com vantagem para o inajá por apresentar maior rendimento em óleo e menor acidez. Os mesmos autores destacaram que os componentes físico-químicos e a composição do óleo da polpa do inajá apresentam grande semelhança com outros óleos de palmeiras de valor comercial, como os da polpa da oliva e do dendê.

Apesar do seu potencial oleaginoso, de ser uma espécie com larga ocorrência na Amazônia Oriental e de apresentar boa performance em desenvolvimento em florestas secundárias (SILVA, 2011) e em sistemas silvipastoris no nordeste paraense (MATOS, 2010; AMARAL, et al., 2011), a palmeira inajá não é manejada de forma sustentável e suas populações naturais são constantemente alvos de queimadas durante o preparo de áreas agrícolas e limpeza de pasto nesta região, por não ser uma espécie de valor comercial (MATOS et al., 2009; MATOS, 2010; PIRES et al., 2011; ROSA et al., 2011; AMARAL et al., 2011).

A despeito do seu uso em sistemas silvipastoris, de sua abundância em florestas secundárias e de ser uma espécie oleaginosa, os registros na literatura sobre a auto-ecologia do inajá são escassos. Desse modo, pesquisas sobre a sazonalidade de seus eventos reprodutivos são necessárias. Neste sentido, a fenologia estuda o comportamento das espécies vegetais em relação ao meio ambiente onde se encontram, compreendendo os padrões estacionais de floração, frutificação e produção de folhas, sendo relevante para a compreensão do funcionamento e preservação de ecossistemas naturais (RUIZ; ALENCAR, 2004), bem como é importante para subsidiar a colheita de frutos, o melhoramento genético e a silvicultura de espécies florestais com potencial de uso em sistemas agroflorestais, como o inajá.

Portanto, este trabalho tem por objetivo estudar a fenologia da palmeira inajá em sistema silvipastoril no nordeste paraense, relacionando-o com a pluviosidade local, para subsidiar o manejo sustentável e a conservação de suas populações naturais.

Nesta pesquisa, admitiu-se a seguinte hipótese científica: a pluviosidade influencia o padrão fenológico da palmeira *A. maripa* em sistema silvipastoril estabelecido no nordeste paraense.

1.1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1.1 Características gerais de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart.

As palmeiras apresentam distribuição pantropical, ocorrendo grande diversidade na Ásia Tropical e na América Latina. Neste último continente foram encontradas 22 espécies de palmeiras do gênero *Attalea*, sendo que 15 ocorrem no Brasil (ULH; DRANSFIELD, 1987). Apesar das palmeiras possuírem melhor desenvolvimento nos trópicos, pesquisas mostram que algumas espécies de palmeira são típicas de desertos e montanhas e ocorrem em áreas de clima frio ou temperado (ALVES; DEMATTÊ, 1987).

No norte da América do Sul, as populações de inajá são encontradas em floresta tropical úmida, porém é muito comum em áreas abertas perturbadas pela ação antrópica (KAHN, 1992; SALM, 2004a; SALM, 2004b), ou à margem de rios, lagos e pântanos herbáceos, em pequenas elevações com solos não inundados (HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1995). No Brasil, o inajá tem registro de ocorrência nos estados do Acre, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará e Rondônia. Na Região Amazônica as palmeiras são frequentes em florestas densas de zonas úmidas e solos inundados (KAHN; MEJIA, 1990).

Dentre as palmeiras que ocorrem na Amazônia brasileira, as populações de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá), pertencente à família Arecaceae, ganham lugar de destaque nos sistemas silvipastoris (MATOS et al., 2009; MATOS, 2010; AMARAL, et al., 2011; PIRES et al., 2011; ROSA et al., 2011) e nos fragmentos de florestas secundárias em área de terra firme (SILVA, 2011).

O inajá é conhecido no Brasil como inajá, inajazeiro, anajá e naja-coqueiro; na Colômbia é chamada de guichire; na Venezuela recebe o nome de cucurito, anajá e cusu; na Bolívia de huacava; no Equador inayio; na Guiana Francesa e Suriname é denominada de maripa; no Peru incham ou inaynga; na Guiana kokerit-palm e aritá pelos ameríndios (HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1995; LORENZI et al., 1996).

Os registros na literatura sobre dinâmica e estrutura de populações de inajá nas áreas de ocorrência natural, como florestas primárias, secundárias e sistemas silvipastoris são escassos. Estudos sobre a importância de palmeiras arborescentes de grande porte, como a *A. maripa* e *A. aculeatum*, foram realizados na Amazônia, (SALM, 2005), assim como sobre a densidade do caule e do crescimento de *A. maripa* em área de floresta primária (SALM, 2004a).

A *Attalea maripa* é uma palmeira com estipe ereto, simples e cilíndrico sem perfilhos, de porte ereto (Matos, 2010), solitária, de dossel atingindo até 20 metros de altura e 100 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) (RIBEIRO et al., 1999).

Em florestas secundárias do município de Ourilândia do Norte, PA, Salm (2004a) observou, em inventário florístico, que indivíduos de *Attalea maripa* apresentaram DAP com $26.7\text{cm} \pm 4.1$ e altura igual a $8.2\text{m} \pm 3.9$. No município de Bonito, no estado do Pará, o inajá apresentou, em média, 10,92 m de altura e 30 cm de DAP, em floresta de 6 anos, e 11 m, 36 m e 30 cm de DAP em floresta de 12 anos, resultantes de áreas agrícolas submetidas a prática derruba e queima (SILVA, 2011).

Pesquisas realizadas em sistemas silvipastoris na mesorregião nordeste paraense, constituídos pela associação de inajá, oriundo da regeneração natural, associada ao gênero *Brachiaria*, mostraram que o inajá apresentou na fase adulta ampla variação em relação ao porte. Em Bonito, no Pará, Matos (2010) observou que a altura total média de indivíduos adultos de inajá foi $9,67 \pm 1,33\text{m}$, e DAP de $31,23 \pm 5,3\text{cm}$, podendo atingir até 12 metros de altura. Neste mesmo município, Amaral et al. (2011) verificaram que a palmeira adulta de inajá apresentou, em média, 5,14 m de altura total e 39 cm do diâmetro à base do estipe (DAB). Segundo os autores, o menor porte em altura deve-se a grande amplitude, ocasionada pela variação em altura.

Sua copa é formada por folhas compostas, pinadas com, aproximadamente, 20 folhas inseridas em filas verticais (MATOS, 2010). Ainda de acordo com a autora, as

pinas são lineares, eretas, agrupadas, dispostas em ângulos diferentes; o pecíolo e a bainha são persistentes, sendo que o pecíolo e raque apresentam bordas cortantes.

As folhas são usadas como cobertura de construções simples e casas populares em pequenos povoados (HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1995; SALM, 2005, MATOS, 2010). Algumas comunidades indígenas empregam as folhas para a fabricação de lanças, brinquedos para as crianças e utensílios domésticos, as fibras das folhas são utilizadas na produção de artesanatos, o palmito é bastante apreciado e o endocarpo, após ser queimado, é aproveitado para a extração de sal vegetal e para a defumação de borracha (CARVALHO et al., 2007).

As inflorescências e os cachos são interfolares e protegidos por espatas persistentes, que são folhas modificadas, com estrutura lenhosa (MATOS, 2010). As flores são pistiladas na base e estaminadas do meio em direção ao ápice (OLIVEIRA; ROCHA; BASTOS, 2009; MATOS, 2010).

O cacho é formado pela ráquis, eixo central do cacho, e pelas ráquias contendo as inflorescências e, posteriormente, os frutos (MATOS, 2010). Segundo este autor, a espata do cacho de inajá (Coarará) serve como matéria prima para artesanatos e é usada como recipiente para servir água ou ração para porco, galinha ou cavalo.

O cacho de inajá apresenta tamanhos variados. Pesquisas realizadas por Matos et al. (2009) nos municípios de Baião, Bonito, Bujarú e Mosqueiro do Pará revelaram que o cacho apresenta tamanho e peso variado e maturação heterogênea. Segundo estes autores, o cacho procedente de Bonito obteve o maior valor em comprimento (105 cm) e o cacho com menor valor em comprimento foi coletado em Baião (54 cm). O cacho obtido em Bujarú apresentou a maior dimensão de circunferência (107,5 cm), enquanto o cacho procedente de Mosqueiro obteve a menor dimensão em circunferência (76,75 cm). O cacho de inajá coletado em Bonito apresentou o maior peso total (48,42 kg), enquanto o cacho obtido em Baião foi menor (24,25kg).

Matos (2010) observou que os cachos provenientes de Bonito apresentaram maior peso total de $(32,78 \pm 23,74\text{kg})$, comparado ao peso total dos cachos originários de Nova Timboteua, PA $(21,84 \pm 6,86\text{kg})$. Segundo este autor, o número de frutos maduros por cacho variou de 1.223 a 2.288.

O fruto de inajá é uma drupa oblongo-elipsoide (ARAUJO; LEITÃO; MENDONÇA, 2000; MATOS et al., 2009; MATOS, 2010) e apresenta variações na

forma e no tamanho (MATOS, 2010). A coloração inicial é verde e quando maduro apresenta coloração amarela à marrom–ferrugem, superfície áspera, perianto e estigma persistentes (ARAUJO; LEITÃO; MENDONÇA, 2000; MATOS, 2010).

O fruto é formado pelo epicarpo, mesocarpo, endocarpo e semente (MATOS, 2010). O epicarpo é delgado e fibroso; o mesocarpo é carnosos, fibroso e oleoso com coloração bege a amarela; o endocarpo é delgado, lenhoso, pétreo e espesso, possui superfície lisa e brilhante de coloração marrom-clara, contendo no seu interior de uma a três sementes (amêndoas), esse conjunto é denominado de pirênio (ARAUJO, LEITÃO; MENDONÇA, 2000; MATOS, 2010). Do fruto é extraído um óleo de cor claro-transparente, excelente para a culinária e com propriedades físico-químicas que ainda não foram exploradas cientificamente (MOTA; FRANÇA, 2007).

1.1.2 Fenologia de espécies florestais

O termo fenologia foi sugerido pelo botânico belga Charles Morren, em 1853 (HOPP, 1974). Entretanto, coube ao botânico sueco Carolus Linnaeus (Carl Von Linné) o título de pai da fenologia, pois ele 100 anos antes já havia escrito três ensaios sobre o calendário das diferentes fases das plantas, considerando o aparecimento das folhas após o inverno, a floração, a frutificação e a queda de folhas no outono (PIRES- O'BRIEN; O'BRIEN, 1995).

A fenologia estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e das causas de sua origem em relação aos fatores bióticos e abióticos e das suas inter-relações entre as fases caracterizadas por estes eventos, dentro de uma espécie ou de várias espécies (LIETH, 1974). Para Wood e Burley (1991), a fenologia é o estudo do comportamento dos vegetais se relacionando com o seu meio ambiente, levando em consideração os padrões estacionais de floração, frutificação e queda de folhas, sendo de grande importância para se entender o funcionamento dos ecossistemas naturais.

O conhecimento sobre a fenologia de uma espécie, aliado ao estudo de sua biologia reprodutiva, determina estratégias sustentáveis do seu uso, uma vez que a fenologia permite conhecer a organização e distribuição temporal dos recursos de floração e frutificação, bem como a geração de bioindicadores para avaliação de impactos climáticos (TALORA; MORELLATO, 2000).

Durante a década de setenta, diversos trabalhos relacionaram os efeitos dos fatores ambientais sobre o ciclo vegetativo e reprodutivo das plantas (MORELLATO et al., 1989; SCHAIK; TERBORGH; WRIGHT, 1993; TAKAHASI, 1998; BENCKE; MORELLATO, 2002). Esses autores afirmaram que os padrões fenológicos das árvores são conduzidos por uma série de fatores abióticos, que resultam em fenofases, enquanto os fatores bióticos são responsáveis pela seleção dos padrões fenológicos.

A fenologia de plantas vem sendo bastante aplicada no Brasil com o objetivo de obter informações sobre silvicultura, medicina popular, melhoramento genético, agrometeorologia, ecologia, paisagismo, turismo, manejo de culturas e outras áreas que se relacionem, bem como a preservação de ecossistemas tropicais (MORELLATO et al., 1990). Estes autores afirmam que as fases vegetativas e reprodutivas estão ligadas aos fatores climáticos, como: temperatura, umidade relativa e precipitação e que a sazonalidade do clima, sobretudo as alterações na precipitação pluvial, influenciam o comportamento fenológico das espécies, uma vez que a mudança da precipitação pluvial ocasiona a periodicidade na ocorrência das fenofases, sendo este o fator fundamental. Ainda de acordo com estes autores, a disponibilidade de água e temperatura são fatores que influenciam essas fases durante o ciclo anual das plantas.

Registros na literatura mostram a influência dos fatores abióticos sobre o padrão fenológico de palmeiras, tais como: *Syagrus vagans* (Bondar) Hawkes, conhecida como ariri (LOPES, 2007); espécies do gênero *Attalea* (TUCKER LIMA, 2007); *Geonoma schottiana* Mart, ou guaricana (SILVA, 2008); *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, ou jerivá (BEGNINI, 2008); *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart., conhecida como macaúba (RODRIGUES et al., 2008); *Astrocaryum murumuru* Mart. ou murumuru (LOPES; FARIAS, 2011). Todos os autores observaram que os eventos fenológicos apresentados por estas palmeiras estão diretamente relacionados com as variáveis climáticas, como a pluviosidade.

Como se percebe, estudos sobre a fenologia de palmeiras são importantes para entender as fenofases ou atividades do ciclo vital das plantas, a sua ocorrência temporal ao longo do ano e as causas de seu aparecimento, relacionando-as aos fatores bióticos e abióticos, com a finalidade de distinguir os padrões de florescimento e frutificação de uma determinada espécie (FISCH; NOGUEIRA JR; MANTOVANI, 2000).

1.1.3 Sistema Silvipastoril

A atividade agropecuária está associada à derrubada de florestas por meio da supressão das árvores para o estabelecimento de pastagens. Nos trópicos úmidos, a prática de derrubada e queima das florestas contribui para o aumento da fertilidade do solo, porém ocorre um rápido processo de perda da fertilidade quando a vegetação original não é substituída por sistemas de uso da terra que proporcionem proteção ao solo e favoreçam a reposição de nutrientes através da reciclagem natural ou introdução de fertilizantes (PACIULLO et al., 2007).

Em vista disso, os sistemas agroflorestais (SAF) são considerados sistemas sustentáveis de uso da terra para Amazônia (DUBOIS; VIANA; ANDERSON, 1996; ROSA et al., 2009). Nair (1993) considera *sistema agroflorestal* um termo coletivo para sistemas e tecnologias de uso da terra, nos quais lenhosas e perenes são utilizadas de forma deliberada na mesma unidade de manejo da terra com cultivares agrícolas e/ou animais em arranjo espacial e sequência temporal.

Dubois; Viana; Anderson (1996); Macedo (2000) e Altieri (2002) definem sistemas agroflorestais como formas de uso e manejo dos recursos naturais onde as espécies perenes de porte arbóreo são usadas em associação com cultivos agrícolas e/ou animais, em uma mesma área, no mesmo período ou sequência temporal.

Nair (1993) classifica os sistemas agroflorestais em: silviagrícolas, silvipastoris e agrosilvipastoris, segundo a natureza dos componentes. Dentre estes sistemas merece destaque o sistema silvipastoril que é constituído por animais, plantas forrageiras e árvores, os quais estão associados numa mesma área. Esse tipo de sistema possui as atividades silviculturais e pecuárias combinadas, a fim de originar uma produção complementar através da interação de seus componentes (GARCIA; COUTO, 1997).

Na Amazônia, sobretudo no Pará, frequentemente são encontrados sistemas silvipastoris resultantes de associações de árvores com pastagens manejadas por agricultores familiares (VEIGA et al., 2001; ROSA et al., 2006; ROSA et al., 2009). Nesta região o inajá, proveniente de regeneração natural, ocorre em sistemas silvipastoris associado a espécies do gênero *brachiaria*, e apresenta bom desenvolvimento, proporcionando conforto térmico aos animais (MATOS, 2009; MATOS, 2010; AMARAL et al., 2011). Apesar do seu potencial de uso para produção

de biocombustível e dos serviços ambientais prestados, o inajá não é manejado de forma sustentável, sendo constantemente alvo de queimadas durante a limpeza do pasto.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba-RS: Agropecuária, 2002. 592 p.

ALVES, M. R. P; DEMATTÊ, M. E. S. P. **Palmeiras: características botânicas e evolução**. Campinas, Fundação Cargiil, 1987. 129p.

AMARAL, A. P et al. Performance da *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá) em sistema silvipastoril na Amazônia Oriental. CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, Belém. **Anais...** 2011.

ARAÚJO, M. G. P. de; LEITÃO, A. M; MENDONÇA, M. S. de. Morfologia do fruto e da semente de inajá (*Attalea maripa* (Aubl.) Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p.31-38. 2000.

BEGNINI, R. M; **O Jerivá - *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae) - fenologia e interações com a fauna no Parque Municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis, SC**. 2008.103p. Monografia- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2008.

BENCKE, C; P. MORELLATO. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação representativa. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 3, p. 269-275. 2002.

BEZERRA, D.P et al. In vivo growth-inhibition of Sarcoma 180 by pipartine and piperine, two alkaloid amides from *Piper*. **Braz. J. Med. Biol.** v. 39, p. 801- 807. 2006.

CARVALHO, A. L. et al. Aspectos da Biometria dos Cachos, Frutos e Sementes da Palmeira Najá (*Maximiliana maripa* (Aublet) Drude) na Região Leste do Estado do Acre. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 228-230, jul. 2007.

CORREA, A.B et al. A. Estudo do potencial oleaginoso de *Maximilianamaripa*(Correa) Drude como fonte de biodiesel. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Poços de Caldas, p.28. 2005.

DUBOIS, J. C. L; VIANA, V. M; ANDERSON A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAF, 1996. 228p.

FISCH, S.T.V; NOGUEIRA JR, L.R; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba- SP). **Revista Biociências**, Taubaté- SP. v.6, n.2, p.31-37, jul. /dez. 2000.

GARCIA, R; COUTO, L. Sistemas silvipastoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1.,1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO/UFV, 1997, p.447-471.

GONZALEZ, W. A. et al. **Biodiesel e óleo vegetal in natura: Soluções energéticas para a Amazônia**, Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008. 168 p.

HENDERSON, A; GALEANO, G; BERNAL, R. **Field Guide to the Palms of the Americas**. New Jersey: Princeton University, p.166-167. 1995.

KAHN, F. Palms in forest ecosystems of Amazonia. **Ecological Studies** 95. Springer-Verlag. 1992. 226p.

KAHN, F; MEJIA, K. **Palm communities in wetland forest ecosystems of Peruvian Amazonia**. For. Ecol. Mgt., v. 33-44, p.169-179. 1990.

LIETH, H. Purpose of a phenology book. **In Phenology and seasonality modeling**. (H. Lieth, ed.). Springer, Berlin, p.3-s 19, 1974.

LOPES, V. S. **Morfologia e fenologia reprodutiva do Ariri (*Syagrus Vagans* (Bondar) Hawkes)-Arecaceae- numa área de caatinga do município de Senhor do Bonfim-Ba**. 2007. 87p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Federal da Paraíba, Paraíba. 2007.

LOPES, M.A; FARIAS, L.M.A. Fenologia reprodutiva de *Astrocaryum murumuru* Mart. em um fragmento de floresta de várzea estuarina em Belém, Pará. CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, São Lourenço- MG. **Anais...** 2011.

LORENZI, H et al. **Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1996. 303p.

MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000.

MATOS, A. K. M G et al. Morfometria de Cachos, Frutos e Sementes de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart: uma Espécie Nativa da Amazônia Potencial para Produção de Biodiesel. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.4, n. 2. p.1285-1289. 2009.

MATOS, A. K. M. G. **Biometria e morfologia de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (INAJÁ) em sistema silvipastoril no nordeste paraense**. 2010. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)- Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2010.

MORELLATO, L. P. C et al. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 12, p. 85-98. 1989.

MORELLATO, L. P. C et al. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.50, n.1, p. 149- 162. 1990.

MOTA, R. V; FRANÇA, L. F. de. Estudo das características da Ucuuba (*Virola surinamensis*) e do Inajá (*Maximiliana regia*) com vistas à produção de biodiesel. **Revista Científica da UFPA**, Belém, v.6, n.01. 2007.

NAIR, P.K. **An introduction to agroforestry**. The Netherlands: Kluwer Academia Publishers with ICRAF, 1993. 496p.

OLIVEIRA, J. A; ROCHA, A. E. S. da; BASTOS, M. de N. do C. **Diversidade biológica das áreas de proteção ambiental: Ilhas do Combú e Algodal-Maiandeuá: A família Arecaceae Bercht. & J. Presl**. Museu Paraense Emílio Goeldi. Coleção Adolpho Ducke. Belém-Pa, 2009. 457 p.

PACIULLO, D.S.C et al. Morfologia e valor nutritivo do capim – brachiaria sob sombreamento natural e a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n.4, p.573-579. 2007.

PALLET, D. **Perspectivas de valorização dos frutos amazônicos obtidos por extrativismo** – colóquio SYAL – Montpellier, outubro de 2002. Cirad Folha-São Paulo – Brasil. 2002.

PESCE, C. Oleaginosas da Amazônia. **Revista Veterinária**, Belém, 164p. 1947.

PIRES- O'BRIEN, M. J; O'BRIEN, C. M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1995. 400p.

PIRES, H.C.G et al. Padrão fenológico de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá) em sistema silvipastoril no nordeste paraense. CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, Belém. **Anais...** 2011.

PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia. 2. ed. rev. - Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 110 p. 2006.

RIBEIRO, J.E.L.S et al. **Flora da Reserva Ducke. Guia de identificação das plantas de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. Manaus: INPA, 1999. 816p.

RIZZO, L. G. P; PIRES, M. C. A questão energética: da exaustão do modelo fóssil ao desafio da Sustentabilidade. **Rev. de Economia e Relações Internacionais**, São Paulo, v.3, n.6. 2005.

RODRIGUES, A. M. C et al. Estudo da potencialidade de três oleaginosas Amazônicas para a produção de Biodiesel. **Documentos de Congresso**. p.345-350. 2006.

RODRIGUES, P. M.S et al. Fenologia reprodutiva e vegetativa de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart. (Arecaceae). II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS E IX SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, Brasília. 2008.

ROSA, L. dos S. **Limites e possibilidades do uso sustentável dos produtos madeireiros na Amazônia Brasileira: O caso dos pequenos agricultores da vila Boa Esperança, em Mojú, no Estado do Pará**. 2002. 304p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável dos Trópicos Úmidos) - Universidade Federal do Pará, Belém. 2002.

ROSA, L. S et al. **Identification of species and agroforestry systems potentials for Bragantina microregion, Amazon region, Brazil.** (Report). UFRA, 2006. 130p.

ROSA, L. S et al. Limites e oportunidades para a adoção de sistemas agroflorestais pelos agricultores familiares da microrregião Bragantina, PA. In: Roberto Porro. (Org.). **Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação.** Brasília: EMBRAPA. p. 645-670, 2009.

ROSA, L. S et al. **Biometria e germinação de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá) em diferentes substratos.** CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, Belém. **Anais...** 2011.

RUIZ, R. R.; ALENCAR, J. C. Comportamento fenológico da palmeira patauá (*Oenocarpus bataua*) na Reserva Florestal Adolpho Duke, Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 4, p. 443-448. 2004.

SALM, R. A. densidade do caule e crescimento de *Attalea maripa* e *Astrocaryum aculeatum*: implicações para a distribuição de palmeiras arborescentes na floresta Amazônica. **Biota Neotropica**.v.4, n.1, 11p. 2004a.

SALM, R. A. Diversidade de espécies arbóreas em uma floresta sazonalmente seca: o caso da base de pesquisas do Pinkaití (PA), na Terra Indígena Kayapó, limite sudoeste da Amazônia. **Acta amazônica**. v. 34, n.3, p. 435 – 443. 2004b.

SALM, R. A. **A importância das palmeiras arborescentes de grande porte na dinâmica das florestas amazônicas sazonalmente secas.** 2005. 225 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais)- Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. 2005.

SCHAIK, C. P; TERBORGH, J. W; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, v. 24, p. 353-377. 1993.

SILVA, G. A. **Fenologia da palmeira guaricana (*Geonoma schottiana* Mart.): subsídio ao manejo e conservação.** 2008. 33p. Monografia (Curso de Ciências Biológicas)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2008.

SILVA, R. F. D. **Composição florística e estrutura fitossociológica de florestas secundárias com ocorrência de inajá (*Attalea maripa* (Aubl.) Mart.) no nordeste**

paraense. 2011. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)- Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2011.

TAKAHASI, A. **Fenologia de espécies arbóreas de uma floresta Atlântica do Parque Estadual da Serra do Mar, núcleo de Pinciguaba, Ubatuba, SP.** 1998. 77p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1998.

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

TAVARES, L.H.D. História Geral: **A Revolução Industrial.** Salvador- BA: Ed. Ática, 2000. 32p.

TUCKER LIMA, J.M. Florescimento e frutificação em duas palmeiras oleaginosas do gênero *Attalea* nos estados do Acre e Rondônia, Brasil: uma fonte potencial de óleo para biodiesel. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n.2. 2007.

UHL, N.W; DRANSFIELD, J. **Genera Palmarum: A classification of palms based on the work of Harold E. Moore Jr.** Kansas: Allen Press. 1987. 610p.

VEIGA, J. B et al. Sistemas silvipastoris e produção animal nos trópicos úmidos: a experiência da Amazônia brasileira. In: **Pastagens.** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, FEALQ, p.37-68, 2001.

WOOD, P. J; BURLEY, J. **A tree for all reasons: Introduction and evaluation of multipurpose trees for agroforestry.** Science and Practice of Agroforestry; ICRAF, Nairobi, Kenya. 1991. 158p.

2- FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *ATTALEA MARIPA* (AUBL.) MART. EM SISTEMA SILVIPASTORIL

RESUMO: A matriz energética mundial tem no petróleo a principal fonte de energia fóssil, a qual tem gerado grande passivo ambiental. Desse modo, a busca de fontes energéticas alternativas, como a produção de biocombustível a partir de palmeiras nativas da Amazônia, *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá), tornou-se necessária. Assim, o trabalho teve como objetivo estudar o comportamento fenológico de inajá, em sistema silvipastoril. A pesquisa foi realizada em Bonito (PA), no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011. Os dados fenológicos foram obtidos em 100 palmeiras adultas em 3,25 hectares. Os dados foram analisados pelo fenograma, índice de sincronia e análise fatorial. Os resultados obtidos mostraram que o padrão fenológico de floração e o de frutificação do inajá não são sazonais, são de longa duração e sofrem oscilações ao longo do ano. A precipitação é um fator climático expressivo para floração e muito importante para a frutificação e dispersão desta palmeira. A maior intensidade de floração ocorre no período menos chuvoso e a frutificação no de maior precipitação pluviométrica. A queda e a emissão de folhas de inajá não são eventos sazonais, mas contínuos. Apenas a fenofase espata fechada da palmeira inajá é altamente sincrônica. A frutificação, em geral, é um evento fenológico pouco sincrônico.

Palavras-chave: Amazônia. Floração. Frutificação. Inajá. Sincronia.

REPRODUCTIVE PHENOLOGY OF *ATTALEA MARIPA* (AUBL.) MART. IN SILVOPASTORAL SYSTEM

ABSTRACT: The world's energy matrices have in the oil major source of fossil energy, which has generated large environmental liabilities. Thus the search for alternative energy sources such as biofuel production from palm native to the Amazon, as *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá), became necessary. The work aimed to study the phenological behavior of inajá in silvopastoral system. The research was carried out in Bonito (PA), from August 2009 to December 2011. The phenological data were obtained on 100 adult palms on 3.25 hectares. Data were analyzed by phenogram, index of Synchrony, and factor analysis. The results showed that the pattern of flowering and fruiting phenology of inajá is not seasonal, is long lasting and fluctuates throughout the year. Rainfall is a significant climatic factor for flowering and very important for fruiting and dispersal of this palm. The highest intensity of flowering occurs in less rainy season and fruiting of the greatest rainfall. The fall and leaf emission of inajá are not seasonal events, but continuous. Just phenophase palm spathe closed inajá is highly synchronous. The fruiting in general is a bit synchronous phenological event.

Keywords: Amazon, Flowering, Fruiting, Inajá, Synchrony

2.1 INTRODUÇÃO

A fenologia é o ramo da Ecologia considerado fundamental para o entendimento da dinâmica das comunidades vegetais, pois facilita o entendimento dos processos de regeneração e reprodução das espécies em comunidades, das interações entre planta e animal, do desenvolvimento histórico dos animais que dependem das plantas para se alimentar, das estratégias para o uso sustentável de espécies vegetais e da geração de bioindicadores para avaliação de impactos climáticos (TANNUS; ASSIS; MORELLATO, 2006).

Contudo, pesquisas sobre o padrão fenológico de espécies nativas da Amazônia são escassas. Dentre estas, encontram-se a *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá), uma espécie da família Arecaceae com vasta ocorrência nesta região, e que apresenta bom desenvolvimento em florestas secundárias e em sistemas silvipastoris (MOTA, 2010).

Na fase adulta, o inajá é uma palmeira de estipe ereto, simples e cilíndrico sem perfilhos, solitária, atinge na fase adulta até 13 m de altura, quase 57 cm de diâmetro à altura do peito (DAP), apresenta folha composta, inflorescência, cachos interfoliare protegidos por espatas persistentes, frutos do tipo drupa, contendo no seu interior de uma a três sementes (MATOS, 2010). Do fruto é extraído óleo de cor claro-transparente, e com propriedades físico-químicas excelentes para a culinária e produção de biocombustível (MOTA; FRANÇA, 2007).

Apesar do seu grande potencial oleaginoso, suas populações naturais são constantemente alvos de queimadas durante o preparo de áreas agrícolas e limpeza de pasto nesta região, por não ser uma espécie de valor comercial (MATOS, 2010).

Assim, dada essa situação e, tendo em vista a importância desta palmeira para a economia regional, torna-se necessário avançar em direção ao seu manejo sustentável. Não obstante, faltam pesquisas básicas sobre esta palmeira, como informações sobre o seu padrão fenológico.

Tendo isso em vista, esta pesquisa tem por objetivo estudar o comportamento fenológico de *Attalea maripa* em sistema silvipastoril no nordeste paraense, relacionando os dados fenológicos com a precipitação pluviométrica, visando gerar subsídios para o manejo sustentável de suas populações nas áreas naturais de ocorrência na Amazônia.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em Bonito (01°23'08"S; 01°23'24" S e 47°21'56"; 47°22'12" W), no estado do Pará, Brasil (Figura 1). O município apresenta temperatura média anual em torno de 25 °C, umidade relativa do ar em torno de 80% e regime pluviométrico em torno de 2.250 mm/ano. Neste município ocorrem principalmente latossolo amarelo e concrecionário laterítico (IDESP, 2011). Na área da pesquisa predomina o latossolo amarelo com pH médio de 5,4 (VIEIRA, 2011).

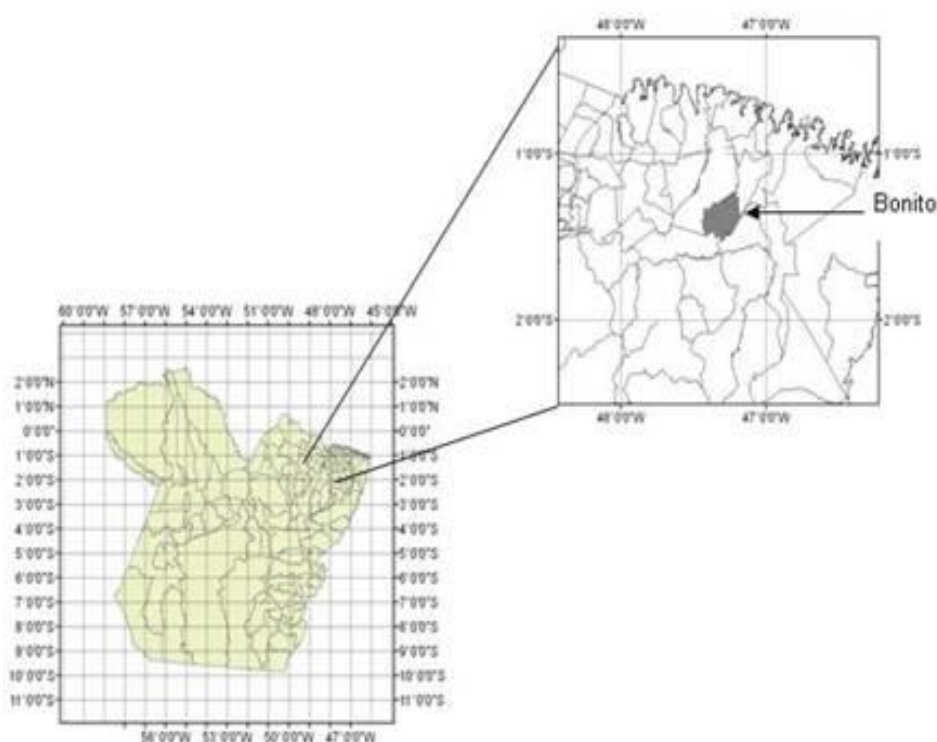


Figura 1- Localização da área de estudo no município de Bonito- PA, Brasil. Fonte: Matos et al., 2009.

A vegetação remanescente em Bonito, sobretudo na vila Cumaru, local da pesquisa, é representada, principalmente, por fragmentos de floresta secundária (IDESP, 2011), com ocorrência de palmeira inajá (Figura 2).



Figura 2- Vista geral de um fragmento de floresta secundária na vila Cumarú, município de Bonito, PA. Fonte: Rosa, 2010.

Os dados foram obtidos em 100 palmeiras adultas em fase reprodutiva, provenientes de regeneração natural, em uma área de 3,25 hectares de sistema silvipastoril, estabelecido na área de um agricultor familiar da vila Cumarú em Bonito-PA (Figura 3). O monitoramento fenológico foi realizado mensalmente no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011. Vale mencionar que em 2009 o monitoramento cobriu somente os últimos seis meses do ano.



Figura 3-Vista geral do sistema silvipastoril, na vila Cumarú, município de Bonito, PA. Fonte: Amaral, 2011.

A metodologia empregada para o monitoramento fenológico foi baseada em Ruiz e Alencar (2004). Foram registradas as seguintes fenofases: espata fechada, espata aberta com flores, espata aberta com flores caindo, espata aberta com flores caídas, cacho com frutos verdes, cacho com frutos maduros, cacho com frutos maduros caindo, indivíduos sem cacho, emissão de folhas novas e queda de folhas velhas.

Inicialmente, foi calculada a porcentagem de indivíduos que apresentaram eventos fenológicos e elaboração de fenogramas. Em seguida, foi calculado o Índice de Sincronia (Z) para as fenofases de floração e frutificação, segundo Augspurger (1983). Posteriormente, os dados foram analisados pela análise de correlação de Spearman (r_s) e análise fatorial pelo método de componentes principais, utilizando-se o critério *varimax* (HAIR et al., 2009), com auxílio do programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS 17.0 ®). Esta última análise visou identificar os fatores que mais influenciaram na fenologia do inajá.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Sincronia

Durante os 29 meses de monitoramento foi observado que 82% das 100 palmeiras de inajá avaliadas floresceram e frutificaram e apresentaram queda de folhas velhas. Todas, porém, emitiram folhas novas. O percentual restante apresentou ausência de estruturas reprodutivas.

A ausência de estruturas reprodutivas em palmeiras tropicais também foi constatada por Ruiz e Alencar (2004), ao pesquisarem a fenologia da espécie *Oenocarpus bataua*, durante 16 anos na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM. Os autores verificaram que esta palmeira apresentou baixa porcentagem mensal de ocorrência de indivíduos adultos sem cachos, variando de 1% a 9%.

A floração do inajá tem início com a emissão de espatas fechadas e o término acontece com a fenofase espata aberta com flores caídas. Observou-se a ocorrência simultânea de floração e de frutificação em um mesmo indivíduo de inajá, ao longo do monitoramento fenológico na área de estudo em Bonito (PA), fato este também constatado por Matos (2010).

Os índices de sincronia calculados para as fenofases de floração e frutificação foram os seguintes: espata fechada ($Z= 0,78$); espata aberta com flores ($Z= 0,19$); espata aberta com flores caindo ($Z= 0,39$); espata aberta com flores caídas ($Z= 0,32$); cacho com frutos verdes ($Z= 0,42$); cacho com frutos maduros ($Z= 0,27$) e cacho com frutos maduros caindo ($Z= 0,21$).

Os índices de sincronia obtidos mostram que ocorreu alta sincronização somente para a fenofase espata fechada. Este comportamento fenológico pode estar relacionado ao fato do inajá apresentar um período prolongado de floração e de frutificação, que dificulta a ocorrência simultânea da mesma fenofase na maioria dos indivíduos avaliados na área experimental.

Pesquisas realizadas com outras espécies do gênero *Attalea* constataram que a floração e a frutificação são, geralmente, assincrônicas ou pouco ou moderadamente sincrônicas (HENDERSON et al. 2000; ADLER; LAMBERT, 2008), corroborando os resultados obtidos para inajá.

2.3.2 Fenofase espata fechada

A emissão de espatas fechadas de inajá ocorreu durante todo o período da pesquisa de campo desenvolvida no município de Bonito (Figura 4). Como se observa, nesta figura, em 2009, ano em que o monitoramento só cobriu os últimos seis últimos meses do ano, o pico de emissão de espata fechada (74%) ocorreu em setembro, cuja precipitação foi de 17,8 mm. No ano seguinte, os maiores picos (80%) ocorreram em agosto e outubro, período de menor precipitação pluviométrica, com precipitação mensal de 127,7 mm e 4,6 mm, respectivamente. Os menores percentuais de espatas fechadas ocorreram em 2010, ano atípico de menor precipitação pluviométrica anual.

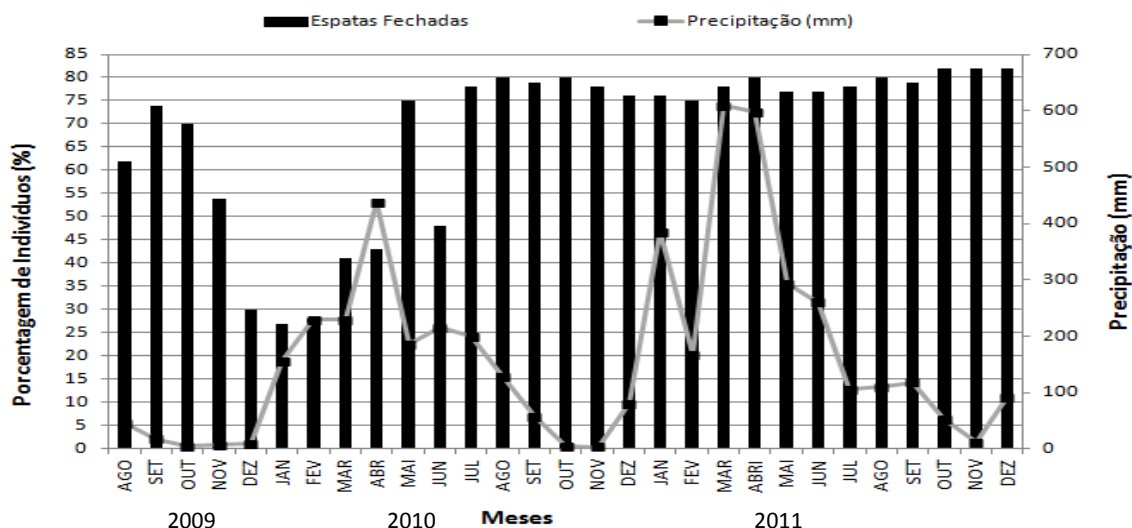


Figura 4- Percentagem de indivíduos de *Attalea maripa* (inajá) com espatas fechadas, em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.

No ano de 2011, as maiores porcentagens foram registradas nos meses de outubro, novembro e dezembro, com 82% cada (Figura 4). Detalhe da emissão espatas fechadas pode ser observado na Figura 5.



Figura 5- Espatas fechadas observadas em *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará. Fonte: Amaral, 2011.

A correlação entre a emissão de espatas fechadas e a precipitação pluviométrica foi baixa, negativa e não significativa ($r_s = -0,137$; $p > 0,05$), revelando que este evento fenológico pode estar relacionado à ação de fatores climáticos (temperatura, insolação) ou, ainda, por condições endógenas, em face da deficiência de nutrientes no solo.

Pesquisas sobre o patauá, em Manaus (AM), constataram que a porcentagem de espatas fechadas foi baixa (13,9%), em decorrência da baixa eficiência reprodutiva desta palmeira e de prováveis ataques de pragas (RUIZ; ALENCAR, 2004).

2.3.3 Fenofase espata aberta com flores

O inajá apresentou a fenofase espata aberta com flores durante todo o período de avaliação (Figura 6), porém com picos de floração mais frequentes no período menos chuvoso. Em 2009, a maior porcentagem foi observada em agosto (31%), cuja precipitação foi de 46,3 mm. No ano seguinte, o maior pico foi registrado em janeiro (21%), com precipitação mensal de 156,8 mm. Em 2011, a maior porcentagem ocorreu em novembro (27%), mês de menor precipitação (11,2 mm).

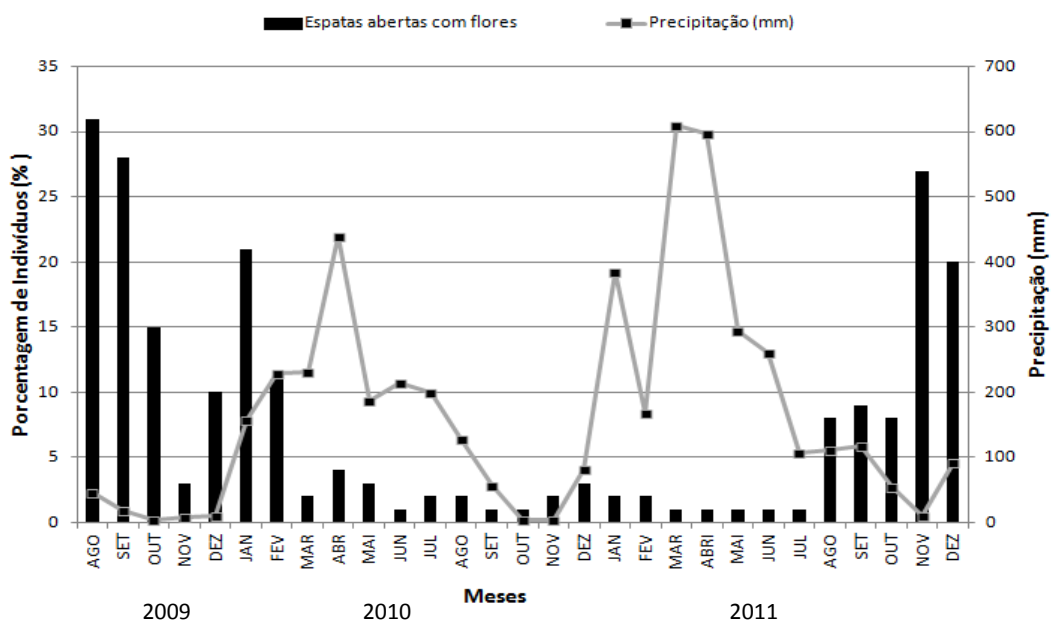


Figura 6- Percentagem de indivíduos de *Attalea maripa* (inajá) com espatas abertas com flores, em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.

O baixo percentual de espatas abertas com flores de inajá, observado nesta pesquisa, pode ser consequência do longo período de floração e, por conseguinte, por essa fenofase ser pouco sincrônica, conforme foi visto anteriormente. A ocorrência de espatas abertas com flores na palmeira inajá pode ser vista na Figura 7.



Figura 7 - Espatas abertas com flores observadas em *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará. Fonte: Amaral, 2011.

Pesquisas sobre a fenologia de espécies florestais evidenciaram que a floração de espécies florestais, palmeiras ou não, nem sempre é regular e sazonal, podendo ocorrer entre as estações seca e chuvosa (HENDERSON et al. 2000; REYS et al., 2005; PINTO; MORELLATTO; BARBOSA, 2008; SAMPAIO; SCARIOT, 2008; FREITAS; SANTOS; OLIVEIRA, 2010; MUNIZ, 2008; TONINI, 2011). A floração pode, ainda, variar ano a ano como consequência de irregularidades climáticas (RUBIM et al., 2010).

A título de exemplo, Reys et al. (2005) verificaram em Bonito (MS), que a floração da palmeira *Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng ocorreu no período de abril a maio. Freitas; Santos; Oliveira (2010), ao estudarem a fenologia da palmeira *Euterpe oleracea*, observaram que a floração foi anual e ocorreu no período de fevereiro a março.

A correlação entre a precipitação e a fenofase espata aberta com flores de inajá foi negativa e baixa, porém significativa ($r_s = - 0,388$; $p < 0,05$), sugerindo que a precipitação afeta negativamente a ocorrência desta fenofase. Outros fatores climáticos, como insolação, temperatura e fotoperíodo, podem ter influenciado este evento fenológico, além da ação de fatores bióticos como, por exemplo, a presença de polinizadores. Vale ressaltar que o inajá apresenta polinização entomófila, pois durante o período de observação fenológica observou-se a polinização de flores por abelhas (Figura 8).



Figura 8 - Polinização realizada por abelhas observada em flores de *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril, em Bonito, estado do Pará. Fonte: Amaral, 2011.

Estudos sobre a floração de *Astrocaryum aculeatissimum* (Schott) Burret, *Bactris setosa* Mart. e *Euterpe edulis* Mart. revelaram que este evento fenológico correlacionou-se de forma positiva e significativa com a precipitação mensal (PEREIRA et al., 2008). Em contrapartida, a emissão de espatas abertas com flores de *Attalea phalerata* não apresentou correlações significativas com a precipitação e a temperatura, apesar do padrão desta palmeira ser considerado sazonal (REYS et al., 2005).

Estes resultados indicam que a influência da precipitação sobre a floração de palmeiras varia de acordo com a espécie e depende das condições edafoclimáticas predominantes na região onde elas ocorrem.

2.3.4 Fenofases espatas abertas com flores caindo e caídas

A fenofase espata aberta com flores caindo foi registrada em todo o período de estudo (Figura 9). Em 2009, o maior pico (55%) foi observado no mês de novembro, cuja precipitação foi 7,5 mm. No ano seguinte, o pico (58%) foi observado em fevereiro, com precipitação mensal de 229,6 mm. Em 2011, o maior pico (42%) também aconteceu em fevereiro com precipitação de 168,4 mm.

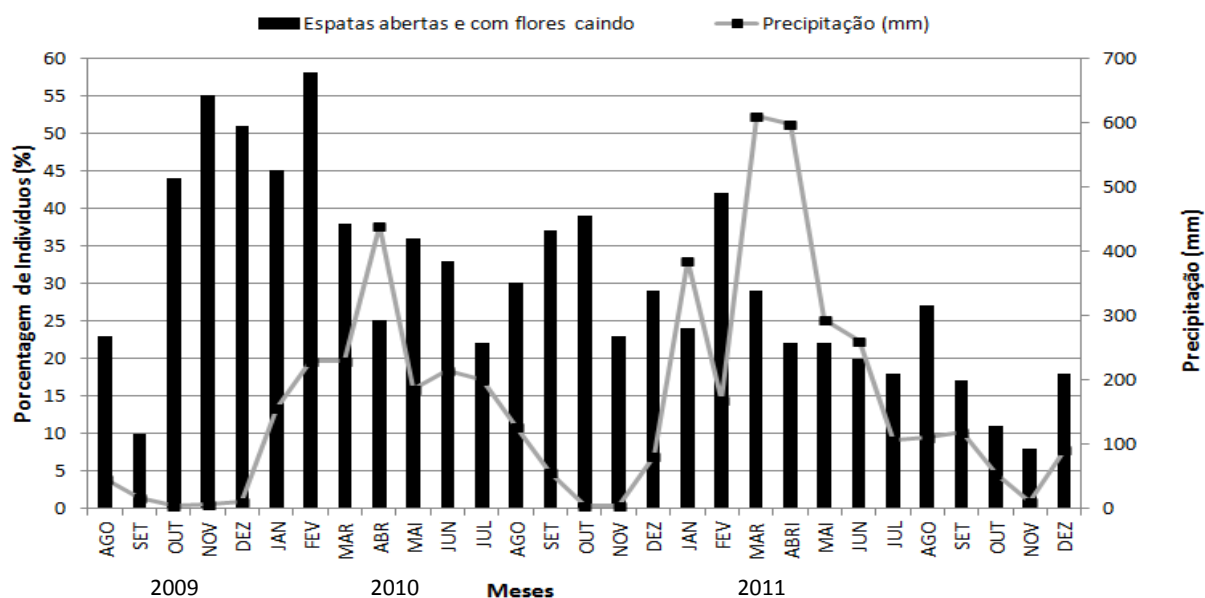


Figura 9- Percentagem de indivíduos de *Attalea maripa* (inajá) com espatas abertas com flores caindo em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.

Nota-se na Figura 9 que os maiores picos de flores caindo de inajá em 2010 e 2011 ocorreram em fevereiro, mês com maior índice pluviométrico, exceto 2010, ano em que o monitoramento cobriu apenas os últimos seis meses do ano. Estes dados apontam para o fato de que a queda de flores está relacionada com a chuva. No entanto, a correlação entre a precipitação e a fenofase espata aberta com flores caindo foi negativa, próxima de zero e não significativa ($r_s = - 0,052$; $p > 0,05$), sugerindo que este fator climático não influenciou este evento fenológico. Na Figura 10 são apresentados detalhes da emissão de espatas abertas com flores caindo.



Figura 10- Espatas abertas com flores caindo observadas em *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará. Foto: Amaral, 2011.

Ruiz e Alencar (2004) também não observaram nenhuma correlação significativa entre a fenofase espata aberta com flores caindo e a precipitação para a palmeira patauá em Manaus, AM.

A fenofase espata aberta com flores caídas ocorreu em todo período de monitoramento, porém a maior queda foi observada no período chuvoso (Figura 11). No ano de 2009, a maior percentagem de flores caídas foi registrada em novembro (57%), cuja precipitação mensal foi 7,5 mm. Em 2010, o maior pico (51%) foi registrado em fevereiro, com precipitação de 229,6 mm. No ano seguinte, o maior percentual (33%) ocorreu em janeiro, cuja precipitação foi de 385,2 mm

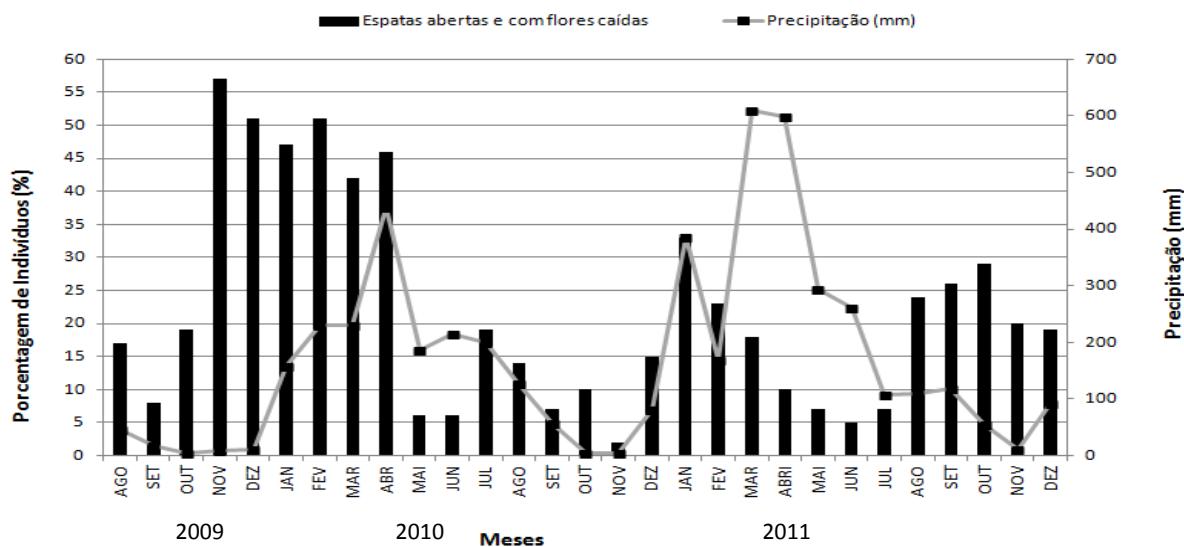


Figura 11- Porcentagem de indivíduos de *Attalea maripa* (inajá) com espatas abertas com flores caídas em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.

A análise de correlação entre a fenofase espata aberta com flores caídas de inajá e a precipitação pluviométrica foi muito baixa e não significativa ($r_s = 0,016$ $p > 0,05$), indicando que este fator climático não foi o principal responsável pela queda de flores de inajá, mas provavelmente foi ocasionado pelos mesmos fatores bióticos e abióticos, anteriormente mencionados. A presença de espata aberta com flores caídas pode ser verificada na Figura 12.



Figura 12- Espatas abertas com flores caídas observadas em *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará. Foto: Amaral, 2011.

Do mesmo modo, Ruiz e Alencar (2004), em Manaus (AM), não encontraram nenhuma correlação significativa entre a precipitação pluviométrica e a fenofase espata aberta com flores caídas para a palmeira *Oenocarpus bataua*.

Assim, no caso do inajá, a queda de flores foi provavelmente ocasionada pela ação de outros fatores climáticos, como a temperatura e insolação, e pelas condições endógenas da própria espécie como, por exemplo, o longo período de floração, ou mesmo pela ação de fatores bióticos, como a baixa frequência de agentes polinizadores devido aos altos índices pluviométricos no período chuvoso.

Em relação a este aspecto, estudos realizados na Amazônia e em outras regiões brasileiras também registraram a importância da polinização de palmeiras por abelhas (HENDERSON et al., 2000; OSTROROG; BARBOSA, 2009; RECH; ABSY, 2011).

2.3.5 Fenofase cacho com frutos verdes

A frutificação do inajá, por sua vez, teve início com a fenofase cacho com frutos verdes, finalizando com a fenofase cacho com frutos maduros caindo. Estas fenofases ocorreram simultaneamente em um mesmo indivíduo.

A fenofase cacho com frutos verdes ocorreu em todo período de monitoramento fenológico, porém se intensificou no período mais chuvoso (Figura 13). O percentual de indivíduos de inajá apresentando este evento fenológico não foi tão alto ao longo do período de estudo, devido à queda de flores, mencionada anteriormente.

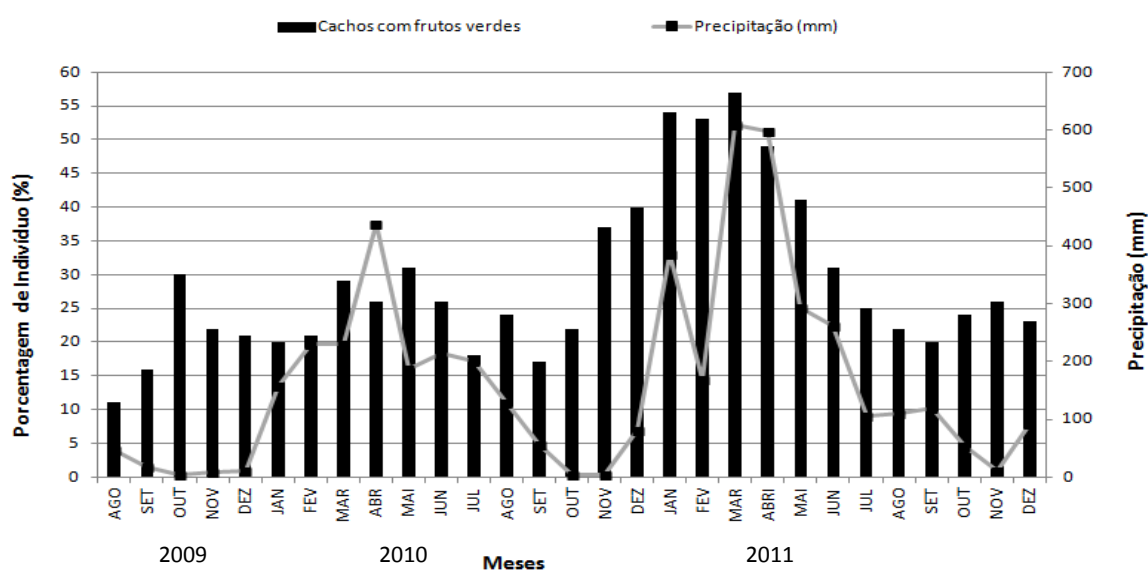


Figura 13- Percentagem de indivíduos de *Attalea maripa* (inajá) com cachos verdes em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.

Nota-se na Figura 13 que em 2009, a maior porcentagem de indivíduos com cachos com frutos verdes (30%) ocorreu em outubro, mês de menor precipitação (4,2 mm). No ano de 2010, o maior pico ocorreu em dezembro (40%), cuja precipitação foi 81,3 mm. Em 2011, o maior percentual (57%) foi registrado em março, mês de maior precipitação (608,8 mm). A ocorrência de cacho com frutos verdes pode ser observado na Figura 14.



Figura 14- Cachos com frutos verdes observados em *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará. Foto: Amaral, 2011.

A análise de correlação de Spearman mostrou que a fenofase de cacho frutos verdes de inajá está inter-relacionada de forma moderada e positiva com a precipitação pluviométrica ($r_s = 0,437$; $p < 0,05$). Isso pode ser explicado pelo fato da presença de água no solo promover melhores condições hídricas e disponibilidade de nutrientes para o florescimento e, conseqüentemente, para o desenvolvimento dos frutos.

Pereira et al. (2008) verificaram que a correlação entre a fenofase de frutos verdes e a precipitação foi significativa e negativa. Os autores atribuem este resultado às variações climáticas de temperatura e precipitação pluviométrica e às condições de solo da área.

2.3.6 Fenofase cacho com frutos maduros

A ocorrência de cachos com frutos maduros de inajá foi observada durante todo o período de estudo em Bonito (PA), porém oscilou bastante neste período (Figura 15). Em 2009, a maior percentagem (11%) foi registrada nos meses de agosto e setembro, que apresentaram 7,5 mm e 10 mm, respectivamente. Em 2010, o maior pico (31%) ocorreu em julho, com precipitação média de 200,4 mm. No ano seguinte, a maior percentagem de cachos maduros (35%) foi registrada em setembro, cuja precipitação média foi de 118,4 mm.

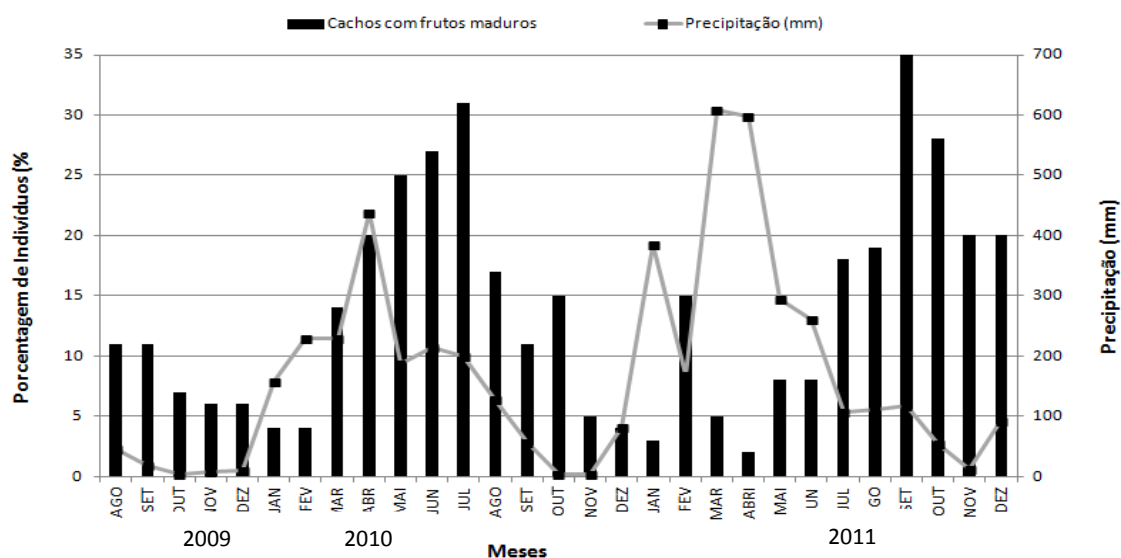


Figura 15- Percentagem de indivíduos de *Attalea maripa* (inajá) com cachos frutos maduros em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.

Nota-se na Figura 15 que o percentual de indivíduos de inajá com cachos com frutos maduros foi baixo, em face do longo período de frutificação e da baixa sincronização desse evento fenológico. Contudo, o longo período de floração e frutificação de inajá, observado nesta pesquisa, favorece a visita de agentes polinizadores e dispersores, possibilita a coleta de frutos na maioria dos meses do ano e garante a regeneração natural, bem como viabiliza o manejo sustentável de suas populações naturais na Amazônia para produção de óleo, como o biocombustível, ou outro produto industrial. Detalhes da emissão de cachos com frutos maduros são apresentados na Figura 16.



Figura 16- Cachos com frutos maduros observados em *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará. Foto: Amaral, 2011.

A correlação entre a fenofase de cacho com frutos maduros e a precipitação foi negativa, próxima de zero e não significativa ($r_s = -0,056$; $p > 0,05$), sugerindo que este evento fenológico possivelmente está relacionado a outros fatores climáticos, ou ainda a condições endógenas, ligada à disponibilidade de água e nutrientes.

Do mesmo modo, não houve correlação entre precipitação e a fenofase cacho com frutos maduros das palmeiras *Oenocarpus ataua* Martius (RUIZ; ALENCAR, 2004), *Attalea phalerata* (REYS et al., 2005), *Butia eriospatha* (Mart. ex Drude) Becc. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman. (LIEBSCH e MIKICH, 2009). Estes resultados sugerem que a precipitação não é o fator climático mais expressivo para a frutificação de palmeiras tropicais.

2.3.7 Fenofase cacho com frutos maduros caindo

A fenofase cacho com frutos maduros caindo de inajá ocorreu durante todo o período de estudo, sobretudo no término do período chuvoso (Figura 17). Em 2009, no último semestre, o maior pico de queda de frutos ocorreu em novembro (7%). No ano de 2010, o maior pico de queda de frutos (14%) ocorreu em maio com 186,2 mm de precipitação. Em 2011, o pico de queda de frutos (21%) foi registrado em junho, cuja precipitação média foi de 260,4 mm.

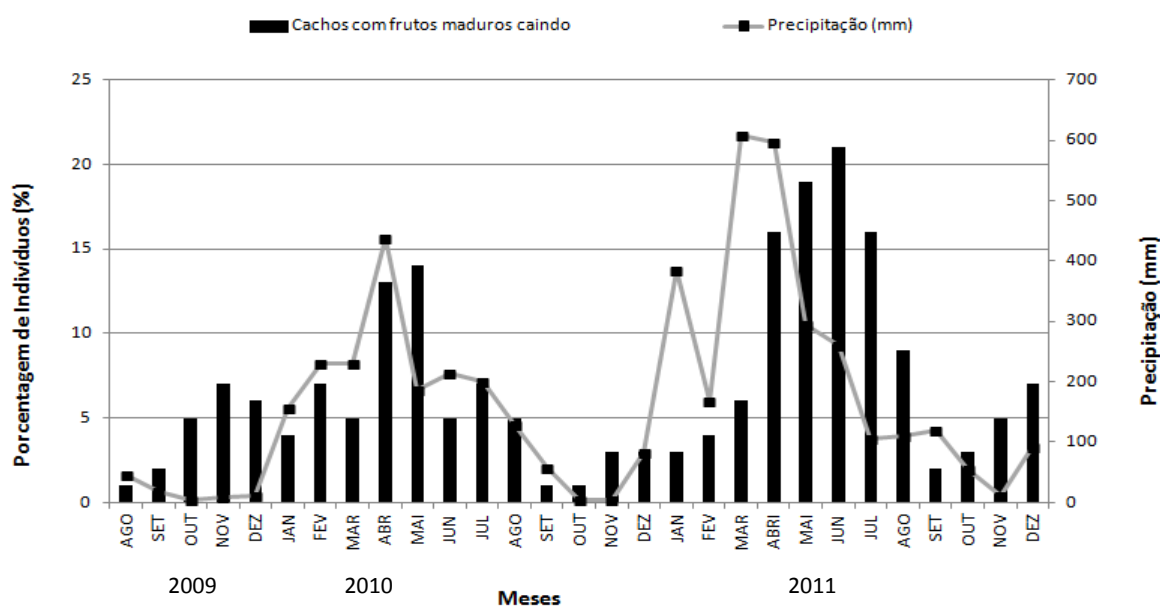


Figura 17- Percentagem de indivíduos de *Attalea maripa* (inajá) com cachos com frutos maduros caindo em sistema silvipastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.

A precipitação apresentou correlação positiva, moderada e altamente significativa com a fenofase cacho com frutos maduros caindo ($r_s = 0,495$; $p < 0.01$), demonstrando a influência deste fator climático na queda e dispersão de frutos maduros de inajá. Durante a pesquisa de campo foi observado que a dispersão do fruto de inajá é zocórica e barocórica por gravidade. Detalhes da ocorrência de cachos com frutos maduros caindo podem ser vistos na Figura 18.



Figura 18- Cachos com frutos maduros caindo observados em *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará. Foto: Amaral, 2011.

A ocorrência dos maiores picos de queda de frutos maduros de inajá ao término do período chuvoso, aliado à correlação positiva com a precipitação, é um indicador de que existe sincronização entre a dispersão e este fator climático, com vista a favorecer a germinação do pirênio (endocarpo mais amêndoa) e o estabelecimento de plântulas, fato observado durante o decorrer da pesquisa de campo em Bonito, PA.

A importância da precipitação na queda e dispersão de frutos é constatada em outras pesquisas sobre fenologia de espécies florestais, inclusive de palmeiras tropicais (RUIZ; ALENCAR, 2004; REYS et al. 2005; FREITAS; SANTOS; OLIVEIRA, 2010). Ruiz e Alencar (2004), por exemplo, constataram que a fenofase cacho com frutos caindo de patauí apresentou correlações negativas com a precipitação e umidade relativa.

2.3.8 Fenofases queda de folhas velhas e emissão de folhas novas

A queda de folhas velhas de inajá, ou abscisão, foi observada ao longo do monitoramento fenológico (Figura 19), mas as copas não ficaram totalmente desfolhadas devido à emissão de novas folhas, visto que o inajá comporta-se como uma espécie perenifólia. Em 2009, o maior pico (89%) foi observado no mês de setembro, com 17,8 mm de precipitação. No ano de 2010, a maior percentagem (83%) foi verificada em dezembro, cuja precipitação foi 81,3 mm. Em 2011, o maior percentual (90%) de queda de folhas velhas ocorreu em novembro, com precipitação de 11,2 mm.

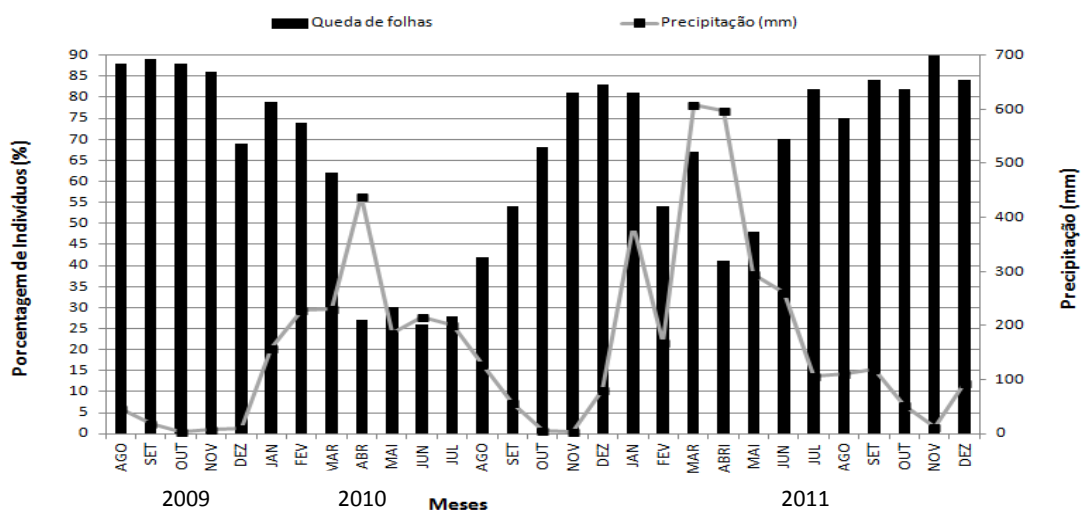


Figura 19- Percentagem de indivíduos de *Attalea maripa* (inajá) que apresentaram queda de folhas velhas em sistema silvopastoril, no período de agosto de 2009 a dezembro de 2011, Bonito- PA.

Em geral, os maiores percentuais de queda de folhas velhas de inajá ocorreram no período de menor precipitação pluviométrica (Figura 19). A correlação entre este fator climático e a queda de folhas foi negativa e altamente significativa ($r_s = -0,593$; $p < 0.01$), comprovando esta inter-relação. Este comportamento fenológico do inajá pode ser uma resposta ecofisiológica ao estresse hídrico e à não disponibilidade de nutrientes no período de menor precipitação pluviométrica. Na Figura 20 pode ser observada a queda de folhas velhas de inajá em sistema silvipastoril.



Figura 20- Queda de folhas velhas observadas em *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará. Foto: Amaral, 2011.

Pesquisas sobre fenologia realizadas na Amazônia e em outras regiões do Brasil também relataram ocorrência e queda de folhas velhas em palmeiras na estação menos chuvosa devido ao estresse hídrico (OLIVEIRA; COUTURIER; BESERRA, 2003; PEREIRA et al., 2008; RUBIM et al., 2010).

Em se tratando da emissão de folhas novas (Figura 21), foi observado ao longo do período de estudo que 100% dos indivíduos adultos de inajá emitiram folhas em todos os estágios de desenvolvimento, revelando que este é um evento fenológico contínuo. A emissão contínua de folhas também foi observada em *Astrocaryum vulgare* Mart. em Belém, PA (OLIVEIRA; COUTURIER; BESERRA, 2003).



Figura 21- Emissão de folhas novas observadas em *Attalea maripa* (inajá), em sistema silvipastoril no município de Bonito, estado do Pará. Foto: Amaral, 2011.

O comportamento fenológico do inajá em relação à queda e à emissão de novas folhas denotam a alta capacidade de adaptação desta palmeira aos fatores edafoclimáticos predominantes na área de estudo no nordeste paraense. Nesta mesorregião, o solo e a cobertura vegetal encontram-se altamente alterados pela ação antrópica, o que torna esta espécie potencial para ser cultivada e manejada nesta região.

2.3.9 Análise fatorial

A adequação da utilização da análise fatorial para a base de dados gerados nesta pesquisa foi confirmada pelo teste de *Kaiser-Meyer-Olkin* (0, 511), pois valores acima de 0,50 indicam que esta ferramenta pode ser aplicada para análise do problema em estudo (HAIR Júnior et al., 2009), bem como pelo teste de esfericidade de *Bartlett*, cujo valor de p foi de aproximadamente zero (Tabela1).

Tabela 1- Resultados dos testes *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) e *Bartlett* para fenofases de *Attalea maripa* (inajá) avaliadas e a pluviosidade, no município de Bonito- PA, nordeste paraense.

Medida de adequação da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin		0,511
Teste de esfericidade de Bartlett	Qui-quadrado aproximado	120,376
	Graus de liberdade	36
	Significância	,000

Os autovalores e os componentes principais, obtidos a partir da decomposição espectral da matriz de correlação, são apresentados na Tabela 2. Os primeiros três componentes com autovalores maiores que 1 explicam quase 73% da variância total, acima do mínimo aceitável que é de 70% (HAIR et al., 2009). Os demais componentes explicam o percentual restante.

Tabela 2- Resultados dos autovalores para a extração de fatores e variância total explicada pelos fatores.

Componentes	Autovalores e variâncias iniciais			Variância após rotação		
	Variância Total	% da Variância	Variância acumulada	Variância Total	% da Variância	Variância acumulada
1	2,811	31,237	31,237	2,575	28,614	28,614
2	2,352	26,129	57,366	2,414	26,825	55,439
3	1,393	15,473	72,839	1,566	17,400	72,839
4	0,874	9,715	82,554			
5	0,685	7,616	90,169			
6	0,457	5,073	95,242			
7	0,182	2,021	97,263			
8	0,137	1,518	98,781			
9	0,110	1,219	100,000			

O resultado da extração dos três fatores, após a rotação ortogonal pelo método Varimax, revela a existência de três fatores (Tabela 3), constituídos pela inter-relação das variáveis que exercem um peso significativo na fenologia do inajá. Os fatores 1 e 2, juntos, explicaram 55,44% da variância total.

Os valores das comunalidades apresentados na Tabela 3 exprimem quanto cada variável é explicada por cada componente principal extraído, assim como se estas

variáveis foram bem representadas pelo componente principal ao qual elas pertencem (HAIR et al., 2009).

Tabela 3- Matriz de cargas fatoriais após a rotação ortogonal pelo método Varimax.

Variáveis	Fator			Comunalidades
	1	2	3	
Espata fechada	0,034	-0,923	0,041	0,856
Espata aberta com flores	-0,787	-0,005	-0,056	0,623
Espata aberta com flores caindo	0,067	0,845	0,144	0,739
Espata aberta com flores caídas	-0,150	0,833	0,044	0,718
Cacho com frutos verdes	0,490	-0,225	0,708	0,822
Cacho com frutos maduros	0,077	-0,294	-0,861	0,834
Cacho com frutos maduros caindo	0,632	-0,122	0,080	0,421
Queda de folhas velhas	-0,829	-0,045	0,398	0,848
Precipitação pluviométrica	0,751	-0,006	0,363	0,695
% da Variância	28,614	26,825	17,400	-
Variância acumulada	28,614	55,439	72,839	-

O primeiro fator apresentou em sua composição três variáveis bióticas e uma abiótica, inter-relacionadas. As fenofases espata aberta com flores e a queda de folhas velhas apresentaram interação negativa com a precipitação, o mesmo não acontecendo em relação à fenofase cacho com frutos maduros caindo. Em outras palavras, o aumento na precipitação diminui a emissão de espatas abertas com flores e a queda de folhas velhas, porém aumenta a queda de frutos do inajá. A chuva, portanto, além de funcionar como um veículo de dispersão natural dos frutos de inajá favorece o processo natural de regeneração desta palmeira.

O segundo fator é composto pelas variáveis: espata fechada, espata aberta com flores caindo e espata aberta com flores caídas, as quais estão fortemente inter-relacionadas. A primeira variável interage negativamente com a segunda e a terceira variável. Estes dados mostram que a emissão da fenofase espata fechada diminui com o aumento da queda de flores.

O terceiro fator foi constituído por duas variáveis bióticas: cacho com frutos verdes e cacho com frutos maduros. A primeira variável apresentou carga fatorial negativa, enquanto a segunda apresentou carga fatorial positiva, revelando que a

percentagem de frutos verdes diminui com o amadurecimento dos frutos, fato este observado no processo natural de frutificação do inajá.

A análise de componentes principais, portanto, corrobora com os resultados obtidos pela análise dos fenogramas e da correlação de Spearman, e confirma a importância da precipitação pluviométrica, isto é, da estação chuvosa, para a fenologia reprodutiva do inajá. Em vista disso, a aplicação da análise fatorial mostrou-se adequada para ser utilizada em pesquisas que tratam da fenologia de espécies florestais, inclusive de palmeiras tropicais.

Ruiz e Alencar (2004), ao empregarem análise de componentes principais para estudar a fenologia do patauá, também constataram que a precipitação apresentou alto poder discriminatório e a maior contribuição na formação dos componentes principais, denotando, portanto, a importância deste fator climático no comportamento fenológico desta palmeira.

A importância da precipitação pluviométrica para a ocorrência de eventos fenológicos em *Astrocaryum aculeatissimum*, *Bactris setosa* e *Euterpe edulis* também foi observada por Pereira et al. (2008). Para os autores, o aumento de umidade do ambiente, proporcionado pela chuva, antes da antese, quebra o “descanso” dos primórdios florais imposto pelo período de estiagem, dando início ao processo de floração, sem o qual não ocorre frutificação.

2.4 CONCLUSÕES

Pelo que a pesquisa evidenciou, o padrão fenológico de floração e frutificação do inajá não é sazonal, é de longa duração e sofre oscilações ao longo do ano. A precipitação é um fator climático expressivo para a floração e muito importante para a frutificação e dispersão desta palmeira. A maior intensidade de floração ocorre no período menos chuvoso e a frutificação no período de maior precipitação pluviométrica. A queda e a emissão de folhas de inajá não são eventos sazonais, mas contínuos. Apenas a fenofase espata fechada da palmeira inajá é altamente sincrônica. A frutificação, em geral, é um evento fenológico pouco sincrônico.

Políticas públicas devem ser elaboradas urgentemente para estimular a domesticação, conservação e o manejo sustentável de inajá na Amazônia e, desta forma, evitar a eliminação de suas populações naturais pela prática de derruba e queima comumente empregada para limpeza de pastagens, preparo de áreas agrícolas, plantio de culturas de ciclo curto e de dendê.

2.5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará – FAPESPA pelo financiamento da pesquisa. À Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA) pelo fornecimento dos dados meteorológicos. Aos moradores da vila Cumarú, em especial aos senhores Francisco Benedito de Sousa e Raimundo Angélico Mininéia Lameira, pelo apoio durante o desenvolvimento desta pesquisa, bem como a toda a equipe do projeto Sistemas de produção sustentável de inajá (*Attalea maripa* (Aubl.) Mart) para a recuperação de áreas degradadas e produção de biodiesel na agricultura familiar.

REFERÊNCIAS

ADLER, G. H.; LAMBERT, T. D. Spatial and temporal variation in the fruiting phenology of palms in isolated stands. *Plant Species Biology*, v. 23, p. 9–17, 2008.

AUGSPURGER, C. K. Phenology, flowering, synchrony and fruit set of six neotropical shrubs. *Biotropica*, v. 15, n. 4, p. 257-267, 1983.

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

HAIR Júnior, J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. *Análise multivariada de dados*. Bookman: Porto Alegre. 2009. 688 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.

IDESP. Diretoria Estatística, Tecnologia e Gestão de informação. *Estatística municipal: Município Bonito*. Online. Disponível em: <http://www.idesp.pa.gov.br>. Acesso em: 27 de março de 2011.

LIEBSCH, D; MIKICH, S. B. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira Botânica*, v.32, n.2, p.375-391, 2009.

MATOS, A. K. M. G. *Biometria e morfologia de Attalea maripa (Aubl.) Mart. (inajá) em sistema silvipastoril no nordeste paraense*. 2010. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)- Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2010.

MOTA, R. V; FRANÇA, L. F.. Estudo das características da Ucuuba (*Virola surinamensis*) e do Inajá (*Maximiliana regia*) com vistas à produção de biodiesel. *Revista Científica da UFPA*, v.6, n. 1, p. 1-9, 2007.

MUNIZ, F. H. Padrões de floração e frutificação de árvores da Amazônia maranhense. *Acta Amazônica*, v. 38, n. 4, 2008, p. 617-626.

OLIVEIRA, M.S.P; COUTURIER, G; BESERRA, P. Biologia da polinização da palmeira tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) em Belém, Pará, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, v. 17, n. 3, p. 343- 353, 2003.

OSTROROG, D. R. V.; BARBOSA, A. A. A. Biologia reprodutiva de *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. (Arecaceae) em mata de galeria inundável em Uberlândia, MG, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.32, n.3, p. 479-488, 2009.

PEREIRA, T.S et al. Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Botânica*, v.63, n.2, p.329-339, 2008.

PINTO, A. M., MORELLATO, L. P.C; BARBOSA, A. P. Fenologia reprodutiva de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Fabaceae) em duas áreas de floresta na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, v. 38, n.4, p. 643-650, 2008.

RECH, A. R.; ABSY, M. L. Pollen storages in nests of bees of the genera *Partamona*, *Scaura* and *Trigona* (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v.55, n.3, p.361-372, 2011.

REYS, P.; GALETTI, M. L.; MORELLATO, P. C.; SABINO, J. Espécies arbóreas em mata ciliar no rio Formoso, Mato Grosso do Sul. *Biota Neotropica*, v.5, n.2, p.1-10, 2005.

RUBIM, P.; NASCIMENTO, H. E. M.; MORELLATO, L. P. C. Variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, v. 24, n.3, p. 756-764, 2010.

RUIZ, R. R.; ALENCAR, J. C. Comportamento fenológico da palmeira patauá (*Oenocarpus bataua*) na Reserva Florestal Adolpho Duke, Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 34, n. 4, p. 443-448, 2004.

SAMPAIO, M.B.; SCARIOT, A. Growth and reproduction of the understory palm *Geonoma schottiana* Mart. in the gallery forest in Central Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.31, n.3, p.433-442, 2008.

TANNUS, J. L. S; ASSIS, M.A; MORELLATO, L.P.C. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina – SP. *Biota Neotropica*, v.6, n.3, p.1-27, 2006.

TONINI, H. Fenologia da castanheira do Brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., Lecythidaceae) no sul do estado de Roraima. *Cerne*, v. 17, n. 1, p. 123-131, 2011.

VIEIRA, T. A. *Quintais agroflorestais de Bonito, Pará: socioeconomia e bem-estar de agricultores familiares, ecologia e química do solo*. 2011. 93 p. Doutorado (Doutorado em Ciências Agrárias)- Universidade Federal Rural da Amazônia/EMBRAPA, Belém. 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE 1. Tabela com os coeficientes de correlação de Spearman (rs) das fenofases observadas no município de Bonito- PA, nordeste paraense.

Fenofase	Coefficiente de Spearman (rs)
Espata fechada	- 0,137
Espata aberta com flores	- 0,388
Espata aberta com flores caindo	- 0,052
Espata aberta com flores caídas	0,016
Cacho com frutos verdes	0,437
Cacho com frutos maduros	-0,056
Cacho com frutos maduros caindo	0,495
Queda de folhas	-0,593

APÊNDICE 2. Monitoramento fenológico na vila Cumaru no município de Bonito-PA, nordeste paraense.



ANEXOS

ANEXO 1 . Propriedades químicas do solo proveniente da área de sistema silvipastoril localizada no município de Bonito- PA, nordeste paraense.

PROF.	PH	MO	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al	
(cm)	água	KCL	g/kg	-----mg/dm ³ -----		-----cmol _c /dm ³ -----			
0-20	5,6	4,5	11,21	1	23	21	1,9	2,6	0,2
0-20	5,3	4,3	10,23	1	21	16	1,5	1,9	0,3
0-20	5,4	4,5	10,15	23	23	21	1,8	2,4	0,2
0-20	5,4	4,3	12,24	1	23	19	1,5	2,1	0,4
0-20	5,3	4,4	12,15	2	23	16	1,7	2,2	0,4
0-20	5,4	4,4	10,44	1	21	19	1,4	1,9	0,3
0-20	5,4	4,4	7,07	53	85	39	1,4	1,9	0,3
0-20	6,1	5,5	9,22	76	112	43	2,9	3,7	0,1
0-20	6,0	5,3	14,65	96	112	47	3,4	4,4	0,1
0-20	5,4	4,4	13,04	2	39	19	1,6	2,2	0,4
0-20	5,1	4,3	11,67	2	23	16	1,3	1,8	0,6
0-20	5,0	4,3	12,93	2	25	19	1,5	2,0	0,6
0-20	5,3	4,6	9,69	2	33	21	2,0	2,5	0,2
0-20	5,3	4,6	8,45	1	27	21	1,7	2,5	0,2
0-20	5,4	4,5	7,79	1	27	16	1,5	2,1	0,2
0-20	5,5	4,7	7,53	1	19	14	1,8	2,4	0,2
0-20	5,8	5,0	4,43	2	17	19	2,0	2,7	0,1
0-20	6,1	5,0	8,34	10	93	43	1,3	1,8	0,1
0-20	4,3	3,9	11,83	71	153	97	1,4	1,9	0,7
0-20	5,0	4,3	8,84	251	298	103	1,8	2,4	0,3
0-20	5,0	4,2	9,29	1	37	21	1,2	1,8	0,4

ANEXO 1 . Propriedades químicas do solo proveniente da área de sistema silvipastoril localizada no município de Bonito- PA, nordeste paraense.

(Conclusão)

PROF. (cm)	PH		MO g/kg	P mg/dm ³	K ----- mg/dm ³ -----	Na	Ca	Ca+Mg cmol/dm ³ -----	Al
	água	KCL							
0-20	5,4	4,4	12,14	1	35	27	1,9	2,6	0,3
0-20	5,8	4,9	14,68	1	31	23	3,6	4,6	0,1
0-20	5,4	4,5	10,47	1	50	35	1,4	2,1	0,3
0-20	5,4	4,4	13,17	1	43	27	1,7	2,2	0,4
0-20	5,3	4,4	12,58	1	35	27	1,8	2,5	0,4
0-20	5,3	4,4	8,04	1	21	12	1,8	2,5	0,2
0-20	5,5	4,8	9,21	1	23	16	2,3	3,0	0,1
0-20	5,1	4,3	6,91	3	23	16	1,7	2,3	0,3
0-20	5,2	4,3	10,76	6	17	21	1,1	1,6	0,7
0-20	5,5	4,5	12,42	2	27	23	1,7	2,2	0,3
0-20	5,5	4,4	8,20	1	25	19	1,4	2,0	0,4
0-20	5,3	4,3	9,15	13	33	19	1,6	1,9	0,3
0-20	5,4	4,5	5,87	12	23	14	1,2	1,6	0,3
0-20	5,5	4,5	11,30	11	31	23	1,9	2,4	0,3
0-20	5,6	4,6	10,97	1	21	16	2,5	3,1	0,1
0-20	5,4	4,4	9,61	1	19	12	1,9	2,6	0,3
0-20	5,6	4,7	8,88	1	21	14	2,2	2,7	0,2

(Fonte: VIEIRA, T.A, 2011).

ANEXO 2. Análise de micronutrientes do solo proveniente da área de sistema silvipastoril localizada no município de Bonito- PA, nordeste paraense.

Cu	Mn	Fe	Zn
----- mg/kg -----			
1,4	14,9	104,7	1,8
6,7	5,0	156,6	2,0
1,7	10,1	120,8	3,0
1,9	11,4	236,1	2,7
2,3	23,7	357,9	3,5
2,4	8,5	258,1	2,9
2,4	40,5	95,0	6,9
2,5	59,2	73,7	9,2
3,1	73,5	98,0	12,4
2,6	22,4	228,1	3,8
3,3	20,6	133,5	4,1
3,2	19,8	72,0	4,5
2,5	18,2	91,8	4,4
2,4	17,4	88,7	4,5
2,4	30,1	78,1	4,7
7,8	27,6	66,3	5,4
1,3	15,4	92,9	1,9
1,5	2,9	337,2	1,6
2,3	3,2	423,2	3,9
1,4	16,8	232,7	3,4
5,3	89,7	112,5	1,6
29,3	213,9	59,3	2,3

ANEXO 2. Análise de micronutrientes do solo proveniente da área de sistema silvipastoril localizada no município de Bonito- PA, nordeste paraense.

(Conclusão)

Cu	Mn	Fe	Zn
----- mg/kg -----			
1,3	45,8	199,2	3,3
4,3	41,4	239,3	2,4
1,5	121,5	314,7	2,4
12,5	7,3	155,9	2,7
1,5	14,2	119	1,7
5,6	5,8	174,2	1,7
4,8	2,6	180,1	1,7
1,7	4,1	195,9	1,8
2,3	3,8	249,7	2,2
2,4	7,3	70,8	1,8
1,4	3,5	122,7	3,6
1,3	7,1	69,0	1,8
1,4	10,9	65,1	3,9
1,0	10,4	0,4	1,9
3,5	6,4	98,6	1,0
3,4	3,3	319,9	2,3

(Fonte: VIEIRA, T.A, 2011).