

FENOLOGIA DE *Copaifera multijuga* HAYNE (FABACEAE) EM ÁREA DE FLORESTA NO MUNICÍPIO DE MANAUS, AM

Beatriz Gonçalves MACEDO¹; Antenor Pereira BARBOSA²

¹Bolsista PAIC/FAPEAM-INPA¹; ²Orientador COTI/INPA

1. Introdução

A Fenologia é o estudo do ciclo de vida das plantas com registros da ocorrência de cada fenofase (Macedo *et al.* 2010). Esses estudos visam determinar a época ideal da coleta de sementes de árvores selecionadas (Alencar, 1988) e a importância da fenologia para a compreensão da ecologia e evolução de espécies e comunidades nos trópicos (Newstrom e Frankie 1994).

Para este estudo foi escolhida a espécie *Copaifera multijuga* Hayne, conhecida como copaíba, copaíba-angelim, copaíba-roxa, óleo-de-copaíba, pau d'óleo (Brasil), copaibo (Bolívia) e copaiba (Peru) (Brum, Camargo e Ferraz, 2009). Esta espécie pertence à família Fabaceae e ao gênero *Copaifera* L. De acordo com Barbosa e Scudeller (2009) o gênero *Copaifera* L., produz um “óleo” ou “balsamo de copaíba” presente em todas as partes da árvore, e conhecido como copaibeira (Barbosa e Scudeller 2009). O gênero é nativo de regiões tropicais da América Latina e da África Ocidental (Veiga Jr. e Pinto 2002), podemos encontrar no Brasil, nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e na Amazônia (Pierri *et al.* 2009), com ocorrência em matas de terra firme, em terrenos argilosos, às vezes arenosos, com baixo nível de matéria orgânica e resistentes às inundações, prospera em climas tropicais secos e úmidos (Revilla 2002).

Todas as partes da árvore são utilizadas, principalmente para fins medicinais (Maciel *et al.* 2002). O óleo de copaíba é utilizado em pomadas e xaropes, sendo também consumido *in natura*, por administração oral ou aplicação tópica (Vasconcelos e Godinho 2002). Na indústria de cosméticos, como fixador para perfumes, combustível para lamparinas e automóveis, na indústria de vernizes e tinturas, antisséptico, construção civil (forros, compensados, cabos de ferramentas, embalagens e carroçaria) e na produção de carvão (Alencar 1982; Sampaio 1999).

O presente estudo teve como objetivos: 1 - Definir as frequências fenológicas reprodutivas e vegetativas com dados de 10 anos de observações da espécie florestal *Copaifera multijuga* Hayne e 2 - Analisar os efeitos das temperaturas máxima, média e mínima, a precipitação pluviométrica e a umidade relativa do ar no comportamento fenológico da espécie.

2. Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido na Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), localizada ao norte de Manaus-AM, no km 26 da rodovia AM-010 (2° 37' S, 60° 11' O) Manaus a Itacoatiara (Santos *et al.* 2008; Morais *et al.* 2009).

Os dados relativos à fenologia foram obtidos mensalmente com auxílio de um binóculo para registrar em planilha a presença ou ausência das fenofases (Pinto *et al.* 2005) em cinco indivíduos de *Copaifera multijuga* Hayne identificados pelos números 70, 100, 125, 268 e 298.

As observações fenológicas de cada fenofase dos indivíduos foram realizadas durante 10 anos, no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2011, de acordo com a metodologia proposta por Araújo (1970). As fenofases estudadas foram: 1-Floração (1-Botões florais aparecendo; 2-Floração adiantada, árvore totalmente florada; 3-Floração terminando ou terminada); 4-Frutificação (4-Frutos novos aparecendo; 5-Frutos maduros presentes; 6-Frutos maduros caindo e semente dispersas); 7-Mudança Foliar (7-Árvores com poucas folhas ou desfolhadas; 8-Folhas novas aparecendo; 9-Maioria das folhas novas ou totalmente novas; 10-Copa completa com folhas velhas).

Os dados fenológicos foram armazenados em banco de dados DBASEIII e analisados pelo Programa FENOLOG, desenvolvido na ex-Coordenação de Pesquisas em Silvicultura Tropical (CPST) do INPA.

Os dados climatológicos foram obtidos da Estação Climatológica da Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD) no período de janeiro/2002 a dezembro/2011 e fornecidos pela ex-Coordenação de Pesquisas em Clima e Recursos Hídricos (CPCRH) do INPA. As estações climáticas do ano foram definidas como estação chuvosa (novembro a maio) e estação seca (junho a outubro) (Baccaro *et al.* 2008).

As análises dos dados foram feitas pelo Programa livre R (R Development Core Team, 2011), onde foram calculadas as relações entre os dados fenológicos (floração, frutificação e a mudança foliar) e as variáveis climáticas de precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperaturas (máximas, médias e as mínimas) por meio de Correlação Linear Simples, dado pelo coeficiente de correlação de Spearman (Toledo e Ovalle 2008).

3. Resultados e Discussão

A *Copaifera multijuga* Hayne, apresentou floração anual de janeiro a abril, na Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD) e na estação chuvosa. Resultado semelhante foi encontrado em Alencar (1988), Alencar (1998), Munhoz e Felfili (2005), Pinto *et al.* (2005) e Oliveira e Sigrist (2008). Foram observados sete episódios de floração, em 2002, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2011, com os intervalos de um ano em 2003, 2005 e 2010.

Os coeficientes de Spearman mostraram que a fenofase 1 (botões florais aparecendo), apresentou correlação positiva significativa com a menor temperatura mínima em 2002 ($r = 0,65$; $p < 0,02$) e 2004 ($r = 0,58$; $p < 0,04$). Enquanto em 2009, apresentou correlação positiva significativa com a umidade relativa do ar ($r = 0,62$; $p < 0,03$), mas apresentou correlação negativa significativa com as menores temperaturas máximas ($r = -0,58$; $p < 0,04$) e média ($r = -0,65$; $p < 0,02$). A fenofase ocorreu em janeiro (2002, 2003, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2011), fevereiro (2002, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2011) e março (2006 e 2007), com maiores intensidades em janeiro (2002 e 2004) e fevereiro (2004, 2007 e 2011).

A fenofase 2 (floração adiantada) apresentou correlação positiva significativa com a umidade relativa do ar em 2004 ($r = 0,59$; $p < 0,04$), e em 2011 com a maior precipitação pluviométrica ($r = 0,56$; $p < 0,05$) e com a menor temperatura mínima ($r = 0,64$; $p < 0,02$), mas apresentou correlação negativa significativa com as menores temperaturas máxima em 2004 ($r = -0,73$; $p < 0,006$) e em 2008, com a média ($r = -0,62$; $p < 0,03$) e a mínima ($r = -0,59$; $p < 0,04$). Esta fenofase ocorreu em janeiro (2004 e 2008), fevereiro (2002, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2011) e março (2004, 2006, 2007, 2008 e 2011), com maiores intensidades em fevereiro (2002 e 2007) e em março (2007 e 2011).

A fenofase 3 (floração terminado ou terminada) apresentou correlação positiva significativa com as maiores precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar em 2004 ($r = 0,64$; $p < 0,02$) e ($r = 0,76$; $p < 0,004$); em 2007 ($r = 0,58$; $p < 0,04$) e ($r = 0,60$; $p < 0,04$) e em 2009 ($r = 0,58$; $p < 0,04$) e $r = 0,60$; $p < 0,03$), mas apresentou correlação negativa significativa com as menores temperaturas máxima em 2004 ($r = -0,62$; $p < 0,03$), média em 2007 ($r = -0,58$; $p < 0,04$) e mínima em 2008 ($r = -0,57$; $p < 0,05$). A fenofase ocorreu em janeiro (2008), fevereiro (2004 e 2008), março (2002, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2011) e abril (2004, 2006, 2007 e 2011), com intensidades em fevereiro (2008), março (2002, 2004, 2007, 2008 e 2011) e abril (2007 e 2011).

Segundo Mantovani e Martins (1988) no Estado de São Paulo, a floração na época chuvosa estaria relacionada não só com o alto índice de pluviosidade e umidade relativa, mas com temperaturas mais altas e fotoperíodos mais longos. Nesta época há decomposição da serapilheira e disponibilidade dos nutrientes para as plantas (Morellatto 1992). No entanto, Mory e Prance (1987), Alencar *et al.* (1979) e Leão e Carvalho (2001) em estudos fenológicos com outras espécies amazônicas, observaram um número maior de espécies florescendo no período seco.

A frutificação ocorreu entre as estações chuvosa e seca, o que corrobora com os estudos de Alencar (1988 e 1998) realizados na mesma área no período de 7 anos. No entanto, a frequência da frutificação durante esse estudo foi irregular, ocorrendo em 2002, 2004, 2007, 2008 e 2011. Para Alencar (1988) *Copaifera multijuga* Hayne frutifica em intervalos de dois anos. Em São Paulo, Pedroni *et al.* (2002) verificaram que a frutificação de *Copaifera langsdorffii* Desf. apresentou padrão supra-anual, com anos de intensa produção de frutos, seguidos por anos de pouca ou nenhuma produção. Enquanto no Distrito Federal *C. langsdorffii* Desf. apresentou frutificação a cada dois ou três anos (Leite e Salomão 1992). Veiga Jr. e Pinto (2002) relatam que a floração ocorre entre outubro e julho e a frutificação entre junho e outubro, com variações dentro destes intervalos, dependendo da região e clima, com ausência de florescimento anual, em algumas regiões.

Embora a maioria das espécies tropicais floresce anualmente, alguns autores identificaram que algumas espécies tropicais não produzem frutos frequentemente, fato relatado para família Lecythidaceae (Lima Junior 1992) e Sapotaceae (ALENCAR, 1994). Para Janzen (1975) as irregularidades da frutificação são consideradas como estratégias adaptativas para reduzir a predação de sementes através da saciação dos predadores. Foram observados para a copaíba cinco episódios de frutificação, em 2002, 2004, 2007, 2008 e 2011, com os intervalos em 2003, 2006 e 2007, e em 2009 e 2010, períodos de um a dois anos.

A fenofase 4 (frutos novos aparecendo) apresentou correlação positiva significativa com a maior precipitação pluviométrica ($r = 0,64$; $p < 0,02$) somente em 2004, mas em 2007 apresentou correlação negativa significativa com a maior temperatura máxima ($r = -0,62$; $p < 0,03$). A fenofase ocorreu em março (2004), abril (2002, 2004 e 2011), maio e junho (2007, 2008 e 2011), com maiores intensidades em maio (2007, 2008 e 2011) e junho (2011).

A fenofase 5 (frutos maduros presentes) em 2007, apresentou correlação negativa significativa com a maior temperatura máxima ($r = -0,60$; $p < 0,03$). Esta fenofase ocorreu em abril (2004), maio (2002, 2004 e 2008), junho (2002, 2004, 2007 e 2008) e julho (2004, 2007 e 2011) com maiores intensidades em abril (2004), março (2004), junho (2004 e 2008) e julho (2011).

A fenofase 6 (frutos maduros caindo e semente dispersas) em 2004 e 2011 apresentou correlação negativa significativa com a maior temperatura mínima ($r = -0,64$; $p < 0,02$) e maior umidade relativa do ar ($r = -0,65$; $p < 0,02$). A fenofase ocorreu em julho (2002, 2004, 2007, 2008 e 2011) e agosto (2004, 2007 e 2011) com maiores intensidades em julho (2004) e agosto (2011).

Para Talora e Morellato (2000) além dos fatores climáticos, há os processos endógenos da planta e pressões seletivas que devem influenciar a periodicidade das fenofases.

A mudança foliar foi anual, ocorreu entre a estação chuvosa e seca. A fenofase 9 (maioria das folhas novas ou totalmente novas) apresentou correlação positiva significativa com as maiores temperaturas mínima em 2002 ($r = 0,57$; $p < 0,05$), em 2004 ($r = 0,86$; $p < 0,0003$) e 2011 ($r = 0,80$; $p < 0,001$). A fenofase ocorreu em janeiro (2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2010 e 2011), fevereiro (2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2010 e 2011), março (2002, 2004, 2005, 2006, 2010 e 2011), abril (2002 e 2004), outubro (2007, 2008 e 2011), novembro e dezembro (2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010 e 2011) com maiores intensidades em julho (2004) e agosto (2011).

A fenofase 10 (copa completa com folhas velhas) apresentou correlação positiva significativa com as maiores temperaturas mínima em 2002 ($r = 0,57$; $p < 0,05$), em 2004 ($r = 0,86$; $p < 0,0003$) (2004) e 2011 ($r = 0,80$; $p < 0,001$). A fenofase ocorreu em janeiro (2002, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010 e 2011), fevereiro (2002, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 e 2011), março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro (2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 e 2011), novembro (2002, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010) e dezembro (2002, 2003, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010).

Esses dados confirmam a caracterização da espécie como perenifólia por Araujo (1970), Alencar *et al.* (1979), Alencar (1988), e Pinto *et al.* (2005, 2008).

A floração esteve relacionada com as maiores precipitações pluviométricas, umidade relativa do ar e menores temperaturas mínimas. A mudança foliar esteve correlacionada com as maiores temperaturas mínima.

4. Conclusão

A *Copaifera multijuga* Hayne apresentou frequência anual para floração e mudança foliar, mas a frutificação foi anual irregular. A floração ocorreu na estação chuvosa, apresentando relação positiva com as maiores precipitações, umidade relativa e menores temperaturas mínimas. A frutificação ocorreu entre as estações chuvosa e seca e apresentou relação negativa com a temperatura máxima. A mudança foliar também ocorreu entre as estações chuvosa e seca, mas apresentou relação positiva com as menores temperaturas mínimas.

5. Referências Bibliográficas

- Alencar, J.C. *et al.* 1979. Fenologia de espécies florestais em florestas tropicais úmidas de terra firme da Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 9(1): 163-198.
- Alencar, J.C. 1982. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne – Leguminosae, na América Central. II. Produção de óleo-resina. *Acta Amazonica*, 12(1): 75- 89.
- Alencar, J.C. 1988. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne-Leguminosae, na Amazônia Central. IV. Interpretação de dados fenológicos em relação a elementos climáticos. *Acta Amazonica*, 18(4): 199-209.
- Alencar, J.C. 1994. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na reserva Ducke, Manaus, AM. *Acta Amazonica*, 24: 161-182.
- Alencar, J.C. 1998. Fenologia de espécies arbóreas tropicais na Amazônia Central. In: Gascon, C. *et al.* *Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo*. Editora INPA, p. 25-40.
- Araújo, V.C. 1970. Fenologia de Essências Florestais Amazônicas. *Boletim do INPA*, 4: 1-25.
- Araújo Jr, F.A. *et al.* 2005. Efeito do óleo de copaíba nas aminotransferases de ratos submetidos à isquemia e reperfusão hepática com e sem pré-condicionamento isquêmico. *Acta Cirúrgica Brasileira*, 20(1): 93-99.
- Baccaro, F.B.; Drucker, D.P.; Vale, J.; Oliveira, M.L.; Magalhães, C.; Lepsch-Cunha, N.; Magnusson, W.E. 2008. A Reserva Ducke. Orgs. Oliveira, M.L.; Baccaro, F.B.; Braga-Neto, R.; Magnusson, W.E. *Reserva Ducke: A biodiversidade amazônica através de uma grade*. Manaus: Áttema Design Editorial. pp. 11-20.
- Brum, H.D.; Camargo, J.L.C.; Ferraz, I.D.K. 2009. Copaíba-roxa, *Copaifera multijuga* Hayne in: Ferraz, I.D.K.; Camargo, J.L.C. (Eds) Manual de Sementes da Amazônia. Fascículo 9, 12p. INPA, Manaus – AM, Brasil. p.12
- Janzen, D. 1975. Behaviour of *Hymenaea courbaril* when its predispersal seed predator is absent. *Science*, 189: 145-147.
- Leão, N.V.M.; Carvalho, J.O.P. 2001. Fenologia reprodutiva de 25 espécies arbóreas da Amazônia. In: Silva, J.N.M.; Carvalho, J.O.P.; Yared, J.A.G. *A silvicultura na Amazônia Oriental*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. p. 117-128.
- Leite, A.M.C.; Salomão, A.N. 1992. Estrutura populacional de regenerantes de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) em mata ciliar do Distrito Federal. *Acta Botanica Brasílica*, 6: 123-134.
- Lima Junior, M.J.V. 1992. Fenologia de cinco espécies de Lecythidaceae da Reserva Florestal Ducke, Manaus – AM. Dissertação de Mestrado, INPA/FUA, Manaus. 72 p.
- Maciel, M.A.M.; Pinto, A.C.; Veiga Jr., V.F. 2002. Plantas medicinais: A necessidade de estudos multidisciplinares. *Química Nova*, 25(3): 429-438.
- Mantovani, W.; Martins, F.R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, 11: 101-112.
- Morais, J.W.; Figueira, J.A.M.; Sampaio, P.J.B. 2009. Eficiência de Inseticidas no Controle de Pragas em Sementes e Mudanças de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em Viveiros, Manaus, Amazonas. *Acta Amazonica*, 39(3): 533-539.
- Morellato, L.P.C. 1992. Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas flores-tais na Serra do Japi. In: Morellato, L.P.C. (Org.). *História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Campinas: Editora da Unicamp. p. 98-14.
- Mory, S.A.; Prance, G.T. 1987. Phenology. In: Mori, S.A. The Lecythidaceae of a lowland neotropical forest: la fume mountain, French Guiana. *Memoirs of The New York Botanical Garden*, 44: 124-316.
- Munhoz, C.B.R.; Felfili, J.M. 2005. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 19(4): 979-988.

- Newstrom, L.E.; Frankie, G.W.; Baker, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland Tropical Rain Forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, 26(2): 141-159.
- Newstrom, L.E.; Frankie, G.W.; Baker, H.G.; Colwell, R.K. 1994. Diversity of long-term flowering patterns. In: Hespdenheide, H.A.; Hartshorn, G.S. (Eds) 1994. *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. The University of Chicago Press, Chicago. p. 142-160.
- Oliveira, M.I.B.; Sigrist, M.R. 2008. Fenologia reprodutiva, polinização e reprodução de *Dipteryx alata* Vogel (Leguminosae - Papilionoideae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 31(2): 195-207.
- Pierri, F.A.; Mussi, M.C.; Moreira, M.A.S. 2009. Óleo de copaíba (*Copaifera* sp.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 11(4): 465-472.
- Pinto, A.M.; Ribeiro, R.J.; Alencar, J.C.; Barbosa, A.P. 2005. Fenologia de *Simarouba amara* Aubl. na Reserva Ducke, Manaus, AM. *Acta Amazonica*, 35(1): 347-352.
- Pinto, A.M.; Morellato, L.P.C.; Barbosa, A.P. 2008. Fenologia reprodutiva de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Fabaceae) em duas áreas de floresta na Amazônia Central. Manaus, AM. *Acta Amazonica*, 38(4): 643-650.
- Pedroni, F. et al. 2003. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudoeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 25(2): 183-194.
- R Development Core Team. 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL [HTTP://www.r-project.org/](http://www.r-project.org/).
- Revilla, J. 2002. *Plantas da Amazônia: oportunidades econômicas e sustentáveis*. SEBRAE/AM. 1. Ed. Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, Manaus. 405p.
- Sampaio, P.T.B. 1999. Copaíba (*Copaifera multijulga*). p. 206-215. in: Clay, J.; Sampaio, P.deT.B.; Clement, C.R. (Org.). *Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização*. 1 ed. Manaus: SEBRAE/AM.
- Santos, R.P.; Spironello, W.R.; Sampaio, P.T.B. 2008. Genetic diversity in rosewood saplings (*Aniba rosaeodora* Ducke, Lauraceae): an ecological approach. *Acta Amazonica*, 38(4): 707-714.
- Talora, D.C.; Morellato, L.P.C. 2008. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 23(1): 13-26.
- Toledo, G.L.; Ovalle, I.I. 2008. *Estatística básica*. 2. Ed. -21. Reimpr. – São Paulo: Atlas. pp. 412-424.
- Vasconcelos, A.F.F.; Godinho, O.E.S. 2002. Uso de métodos analíticos convencionados no estudo da autenticidade do óleo de Copaíba. *Química Nova*, 25(6B): 1057-1060.
- Veiga Jr. V.F.; Pinto, A.C. O gênero *Copaifera* L. *Química Nova*, 25(2): 273-286.