



BIOLOGIA FLORAL DE *Theobroma speciosum* Willd ex Spreng., UMA MALVACEAE NATIVA DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Marta Justen Tramontin¹, Larissa Lemes dos Santos², Eliane Cristina Moreno de Pedri³, Juliana de Freitas Encinas Dardengo⁴, Ana Aparecida Bandini Rossi⁵

¹Bióloga, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Alta Floresta-MT, Brasil

²Graduanda em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Alta Floresta-MT, Brasil
E-mail: larissalemes_97@outlook.com

³Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, Rede Bionorte, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Alta Floresta-MT, Brasil

⁴Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, Rede Bionorte, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Alta Floresta-MT, Brasil

⁵Professora adjunta da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Alta Floresta-MT, Brasil

Recebido em: 06/04/2019 – Aprovado em: 10/06/2019 – Publicado em: 30/06/2019
DOI: 10.18677/EnciBio_2019A137

RESUMO

A atual expansão agropecuária na região Amazônica tem causado a fragmentação de *habitats* naturais, o que levou à extinção de espécies nativas. Dentre elas, destacam-se as do gênero *Theobroma*, que são endêmicas da região. Deste modo, objetivou-se neste estudo, avaliar qualitativa e quantitativamente a biologia floral, morfologia e morfometria das flores de *Theobroma speciosum*. Para tanto, foram selecionadas três populações, sendo duas localizadas em fragmentos florestais (JUT e STA) e uma em área de pastagem (PAST). Para as análises da biologia floral foram coletados botões florais em pré-antese e antese e realizadas observações da morfologia, tamanho, coloração, odor, horário, sequência e duração da antese das flores diretamente no campo. Foi determinado o horário de abertura e a duração das flores, a partir do acompanhamento de 10 botões em pré-antese, marcados no dia anterior às observações. A receptividade estigmática foi avaliada com peróxido de hidrogênio e a viabilidade do pólen foi estimada com o uso do corante Carmim Acético 2%. A antese das flores de *T. speciosum* iniciou às 02h da manhã, completando a abertura da flor às 06h. A espécie apresenta flores com média de 12,88 mm de comprimento e 19,33 mm de largura e morfologia típica do gênero *Theobroma*. A antese das flores de *T. speciosum* ocorre às 06h da manhã e a senescência é de dois a três dias após a antese. Durante a pré-antese e o primeiro dia da antese, o estigma apresentou-se prontamente receptível. O cacauí apresenta alta taxa de viabilidade polínica em todos os 24 horários de coleta.

PALAVRAS-CHAVE: cacauí, morfologia floral, viabilidade polínica.

FLORAL BIOLOGY OF *Theobroma speciosum* Willd ex Spreng., A NATIVE MALVACEAE OF THE BRAZILIAN AMAZON

ABSTRACT

Current agricultural expansion in the Amazon region has caused fragmentation of its natural habitats, leading to the extinction of native species. Among them, we stand out those of the genus *Theobroma* that are native from the region. This study's aim was to evaluate qualitatively and quantitatively the floral biology, morphology and morphometry of *Theobroma speciosum* flowers. For this, three populations were selected, two located in forest fragments (JUT and STA) and one in pasture area (PAST). In order to analyze floral biology, flower buds were collected in pre-anthesis and anthesis and flower observations of morphology, size, color, smell, hour, sequency and duration of anthesis were made directly in the field. Opening hours and duration of flowers were determined by observing 10 pre-anthesis flower buds, marked the day before these observations. Stigmatic receptivity was evaluated with hydrogen peroxide and viability of the pollen was estimated using Carmine 2% Acetic dye. Anthesis of *T. speciosum* flowers began at 02h in the morning, completing the flower opening at 06 am. This species presents flowers with a mean of 12.88 mm in length and 19.33 mm in width and typical morphology of the genus *Theobroma*. Anthesis of *T. speciosum* flowers occurred at 06h and senescence occurred within two or three days after anthesis. During pre-anthesis and the first day of anthesis, stigma was receptive. Cacaui has a high rate of pollen viability in all 24 collecting times.

KEYWORDS: cacaui, floral morphology, pollen viability.

INTRODUÇÃO

A Amazônia, maior floresta tropical do mundo, abriga uma das maiores biodiversidades do planeta, apresenta amplo potencial de recursos naturais, que vai desde oferta de produtos florestais madeiros (frutos, látex, madeiras, ervas, etc.) ao controle de ciclos biológicos da fauna e flora. A atual expansão da agropecuária na região amazônica tem causado devastação das espécies nos ambientes naturais, devido a destruição de habitats naturais ou da fragmentação dos mesmos e consequente redução e possível extinção destas espécies (CASTRO; ANDRADE, 2016). Além disso, segundo Magnusson et al. (2016) a biodiversidade é também representada por processos como estocagem de carbono no solo, ciclagem de nutrientes, polinização e seleção genética para a viabilidade de indústrias extrativistas, biotecnológicas e agropecuárias.

Espécies silvestres com potencial para alimentação e até mesmo para produção de produtos farmacêuticos, que podem ser fonte de genes para espécies cultivadas, podem ser extintas mesmo antes de serem exploradas (EHRlich, 1988). Dentre essas espécies, destacam-se as do gênero *Theobroma*, que são suscetíveis à fragmentação devido à exploração florestal e ao isolamento, pois apresentam autoincompatibilidade e dispersão zoocórica limitada (DARDENGO et al., 2016; VARELLA et al., 2018).

A redução dos *habitats* naturais e o subsequente isolamento espacial das populações causam alterações em processos evolucionários básicos, como deriva genética, seleção, migração e reprodução, os quais resultam em mudanças na diversidade genética (SILVA et al., 2014).

A espécie *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng., pertencente à família Malvaceae, nativa da região amazônica, é conhecida popularmente como cacauí, cacau-da-mata ou cacau do macaco e se destaca por apresentar uma possível fonte

de genes de resistência para outras espécies do gênero, importante economicamente, como *Theobroma cacao* L. (cacau) e *Theobroma grandiflorum* Willd. ex Spreng. K. Schum (cupuaçu) (GUALBERTO et al., 2014; DARDENGO et al., 2017; FLORA DO BRASIL 2020, em construção).

Os frutos do cacauí são consumidos por mamíferos de pequeno porte, como macacos, sendo considerado alimento básico para fauna local (ROSSI et al., 2017; SILVA et al., 2015). Além disso, com as sementes (amêndoas) pode-se preparar chocolate (ROSSI et al., 2017). Diante disso, a espécie pode atuar como fonte de renda para as comunidades nativas, promover o desenvolvimento regional e incentivar o uso racional e conservação dos recursos genéticos existentes (VARELLA et al., 2016).

O conhecimento da biologia floral, como a morfologia, a morfometria e os horários de abertura da flor, associado ao estudo dos mecanismos reprodutivos das espécies, dentre os quais, viabilidade do pólen e receptividade estigmática, é importante para desenvolvimento de estratégias de conservação *in situ* e pesquisas para o melhoramento genético de plantas, especialmente quando se utilizam técnicas de polinização artificial para hibridação de espécies (PYKE, 2016; BRITTO et al., 2018).

A estimativa da viabilidade polínica é importante para a análise de fluxo gênico em plantas, pois, evidencia o potencial masculino (androceu) de reprodução da espécie e é responsável pela seleção de genótipos para o programa de melhoramento, uma vez que os grãos de pólen influenciam diretamente no sucesso da fertilização da planta (FRESCURA et al., 2012; ARENAS-DE-SOUZA et al., 2014; MORENO et al., 2015; HISTER et al., 2016). Assim, o teste de coloração é uma técnica citológica simples, rápida e decisiva na eliminação de genótipos indesejáveis e/ou instáveis como na seleção daqueles com elevadas características superiores, uma vez que, economiza tempo e recurso físico e financeiro (BRAMBATTI et al., 2016).

Diante disso, objetivou-se neste estudo avaliar a biologia floral, morfologia e morfometria das flores de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng., uma Malvaceae nativa da região Amazônica, a fim de contribuir para o uso da espécie em programas de melhoramento, uma vez que o estudo da biologia floral associado aos mecanismos reprodutivos das espécies vegetais é de fundamental importância para o melhoramento genético de plantas, pois, auxilia na definição de técnicas mais apropriadas a serem usadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foram selecionadas três populações, sendo duas localizadas em dois fragmentos florestais: (1) Sítio Justen (JUT); (2) Sítio Santo Antônio (STA) e uma em área de pastagem (PAST), ambas localizadas no município de Alta Floresta, norte do Estado de Mato Grosso. As populações dos fragmentos distam entre si em, aproximadamente, 10 km e foram selecionadas com base na ocorrência da espécie. Foram coletados em cada fragmento botões florais de 22 indivíduos e na área de pastagem de 14 indivíduos que se encontravam isolados das demais, o que totalizou uma amostragem de 58 indivíduos de *Theobroma speciosum*.

Para o estudo da biologia floral, no dia 10 de maio de 2011, foram coletados botões florais em pré-antese e antese, sendo estes fixados em Carnoy (3:1 – álcool absoluto: ácido acético) por 24 horas e, posteriormente, transferidos para álcool 70% e armazenados em freezer ($\pm 4^{\circ}\text{C}$), até o momento das análises. As observações da

morfologia, tamanho, coloração, odor das flores, horário, sequência e duração da antese foram realizadas diretamente no campo. Foi determinado o horário de abertura e a duração das flores, a partir do acompanhamento de 10 botões em pré-antese, marcados no dia anterior às observações.

Para análise da morfometria floral foram coletadas 20 flores, de dez indivíduos. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Didática da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), sendo as seguintes estruturas avaliadas: flor, corola, sépalas, cálice, pétalas, pétalas com cógula, cógula, estames, estaminóides, ovário com estigma e ovário. A mensuração da largura e do comprimento das flores foi realizada utilizando paquímetro digital Mitutoyo.

A receptividade do estigma foi avaliada pelo teste de peroxidase, utilizando o peróxido de hidrogênio (H₂O₂), que indica a receptividade pela liberação de bolhas de O₂, o que foi observado com auxílio de lupa manual (KEARNS; INOUE, 1993).

A viabilidade polínica foi avaliada entre 24 horários de coleta a partir da pré-antese. Foram coletadas flores de hora em hora (das 18h do dia que iniciou a pré-antese às 17h do dia seguinte) e fixadas em Carnoy (3:1 – álcool absoluto: ácido acético) por 24 horas e, posteriormente, transferidas para álcool 70% e armazenadas em freezer (±4°C), até o momento do preparo das lâminas (Figura 1).



FIGURA 1- Fluxograma com a metodologia de coleta e armazenamento das flores de *T. speciosum*. Fonte: os autores (2019).

Para estimar a viabilidade do pólen foi utilizado o corante Carmim Acético 2%, sendo os grãos classificados em normais/viáveis (corados) e anormais/inviáveis (não corados ou com citoplasma retraído). Para cada horário de coleta foram preparadas cinco lâminas, sendo contados 300 grãos de pólen/lâmina, totalizando 1500 grãos de pólen por horário. A contagem ao acaso dos grãos de pólen corados foi realizada pelo método de varredura, em microscópio ótico, magnitude de 400X.

A porcentagem de grãos de pólen viáveis foi calculada de acordo com a Equação 1:

$$\text{Viabilidade do pólen (\%)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de grãos de pólen corados}}{\text{N}^{\circ} \text{ de grãos de pólen total}} \times 100 \quad (1)$$

Os dados de viabilidade polínica foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rompimento das sépalas dos botões florais de *Theobroma speciosum* iniciou-se às 15h, sendo que essas rupturas começaram em qualquer ponto ao longo das costuras naturais entre as sépalas (Figura 2A). A antese ocorreu lentamente, iniciando-se às 02h da manhã (Figura 2B) e completando a antese às

06h, onde todas as flores estavam com seus órgãos reprodutivos expostos (Figura 2C; D). Portanto, a antese das flores do cacauí ocorreu entre 02h e 06h do dia seguinte a pré-antese, sendo considerada uma antese diurna. No estudo realizado por Souza e Venturieri (2010) eles **observaram** que os botões florais de *T. speciosum* começaram a romper as sépalas às 14h e estavam completamente aberta às 6h da manhã seguinte.

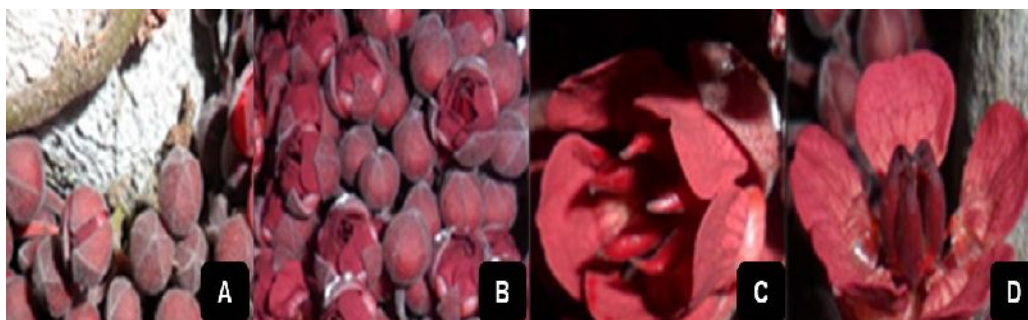


FIGURA 2- Diferentes estágios das flores de *T. Speciosum*. (A) pré-antese, rupturas das sépalas; (B) início da antese, abertura das pétalas (02h); (C) antese, flores completamente abertas (06h); (D) final da antese depois de 15h de abertura. Fonte: os autores (2011).

Neste estudo, as flores do cacauí foram consideradas totalmente abertas quando os órgãos reprodutivos encontravam-se expostos, embora as pétalas não se encontrassem completamente distendidas (Figura 2C), estando as flores completamente abertas às 09h da manhã.

Segundo Venturieri e Silva (1997), a espécie *T. speciosum* possui síndrome floral adequada à polinização por dípteros saprófagos. Esta síndrome, de acordo com Young (1984), é semelhante à *Herrania mariae* (Mart.) Decne. ex Goudot, espécie pertencente à família Malvaceae, cuja polinização é efetuada por moscas da família Phoridae, que visitam estas flores à noite quando as mesmas estão receptivas.

A espécie *T. speciosum* apresentou uma média de 25,45 óvulos por carpelo, com mínima de 22 e máxima de 28 óvulos, e variação no número de óvulos por locos de 4 a 8, com placentação axial. Tanto os óvulos como os carpelos apresentam uma substância pegajosa.

Neste estudo, as flores do cacauí (Figura 3A) apresentam alta receptividade estigmática das 18h às 17h do dia seguinte (Figura 3B), ou seja, durante a pré-antese e o primeiro dia da antese.



FIGURA 3 – (A) Flor de *Theobroma speciosum*; (B) estigma receptivo com peróxido

de hidrogênio (H₂O₂). Fonte: os autores (2011).

Com a formação de pequenas bolhas de gás oxigênio (O₂), na presença de peróxido de hidrogênio a 3%, foi possível constatar alta receptividade estigmática, no período em que foram realizados os testes. Sobre essa receptividade, Souza e Venturieri (2010), efetuaram estudos com *T. speciosum* e também constataram forte atividade enzimática na maioria das flores avaliadas, sendo maior no primeiro dia da antese.

Em relação ao estigma, Crispim et al. (2017) afirmam que ele é caracterizado como receptivo quando é capaz de receber o grão de pólen e promover a germinação, entretanto, essa receptividade varia de espécie para espécie, por isso, a importância de se conhecer a fase floral em que o estigma esta receptível, garante o sucesso da polinização artificial (CRISPIM et al., 2017).

O corante Carmim Acético, que indica a integridade cromossômica, corando os grãos de pólen viáveis por meio da coloração rosa forte do protoplasma (PAGLIARINI; POZZOBON, 2004) foi eficiente na distinção entre polens viáveis e inviáveis da espécie *T. speciosum*.

Em geral, os testes colorimétricos, com o Carmim Acético, vêm sendo utilizado por diversos autores (ZAMBON; AGOSTINI, 2017; JESUS et al., 2018), com distintas espécies, por ser um método rápido, barato e seguro na estimativa da viabilidade polínica

Nos vinte e quatro horários de coleta avaliados, os grãos de pólen mostraram-se altamente viáveis, não sendo observada diferença significativa entre às 18h e 14h do dia seguinte (Tabela 1).

TABELA 1- Mínima, máxima e média de pólenes viáveis de *Theobroma speciosum* para 24 horários de coleta.

Horário	Mínima (%)	Média (%)	Máxima (%)
18h00min	93,7	95,4A	98,0
19h00min	91,3	95,5A	97,0
20h00min	92,3	95,1A	97,3
21h00min	85,3	94,6A	98,3
22h00min	96,7	98,1A	99,3
23h00min	95,3	96,9A	99,3
00h00min	97,7	97,1A	98,7
01h00min	92,0	96,7A	99,3
02h00min	97,3	99,1A	100,0
03h00min	96,7	97,9A	98,3
04h00min	94,0	97,3A	98,3
05h00min	95,7	97,7A	99,3
06h00min	98,3	98,8A	99,0
07h00min	96,3	98,3A	99,7
08h00min	98,0	98,7A	99,3
09h00min	97,7	98,6A	99,0
10h00min	97,3	98,1A	99,3
11h00min	94,0	96,5A	99,0
12h00min	92,0	96,1A	99,3
13h00min	95,7	96,9A	97,7
14h00min	87,0	93,0A	96,3
15h00min	52,3	76,5C	96,7
16h00min	78,7	86,3B	89,7
17h00min	81,0	86,1B	91,0

Médias seguidas de mesma letra não se diferiram significativamente pelo teste de Scott-Knott (p=0,05), médias com letras diferentes se diferiu significativamente pelo teste de Scott-Knott (p=0,05).

Os três últimos horários de coleta (15h, 16h e 17h), porém, apresentaram médias que diferiram estatisticamente das demais: 76,5, 86,3 e 86,1%, respectivamente. Fatores bióticos e abióticos, como temperatura e luminosidade podem ter sido responsáveis pela variação na taxa de viabilidade, contudo, não comprometeram a taxa de fertilidade de *T. speciosum*, visto que a menor média encontrada foi maior que 70%, o que conforme Souza et al. (2002), é considerado um alto percentual de viabilidade.

A partir das 11h, os grãos de pólen por antera diminuíram, sendo necessário utilizar duas anteras por lâmina, pode-se inferir que essa diminuição de grãos de pólen por antera se deve ao tempo que as mesmas se encontraram expostas a ação de agentes biológicos. Também foi observado no momento da coleta que nestes horários havia uma grande quantidade de pólen depositada na região da cógula e na base dos estaminóides das flores.

A estrutura floral de *T. speciosum* é característica do gênero *Theobroma*, pois possui inflorescência axilar, flores hermafroditas, pentâmeras e diclamídeas (Figura 4A).

Com relação à estrutura do androceu, as flores de *T. speciosum* apresentam 05 estames homodínamos e as anteras em número de 06 possuem deiscência longitudinal extrorsa, com soldadura livre (Figura 4B). A adelfia (união dos estames por meio de seus filetes) é do tipo monadelfo, ou seja, possuem estames soldados em maior ou menor extensão em um único feixe, a ramificação do filete é meristêmone, com base na classificação de Vidal e Vidal (2003) e a inserção do filete na antera é dorsifixa e apresenta duas tecas (diteca) (Figura 4B).

Os 05 estames homodínamos apresentam soldadura dialistêmone e são do tipo inclusos, a espécie apresenta 05 pétalas transformadas em cógulas (câmara de formato côncavo na base das pétalas) que protegem as anteras (Figura 4C). Possui também 05 estaminóides que formam um círculo (Figura 4D).

O gineceu da flor possui cinco carpelos, portanto pluricarpelar, com soldadura gamocarpelar, ou seja, é constituído de carpelos concrecentes entre si, formando um só pistilo. Quanto à divisão, o estigma é ramificado, ou seja, possui divisões. O ovário apresenta placentação axial, (Figura 4E) é súpero, pluricarpelar (Figura 4F) e a inserção do filete no ovário é terminal.

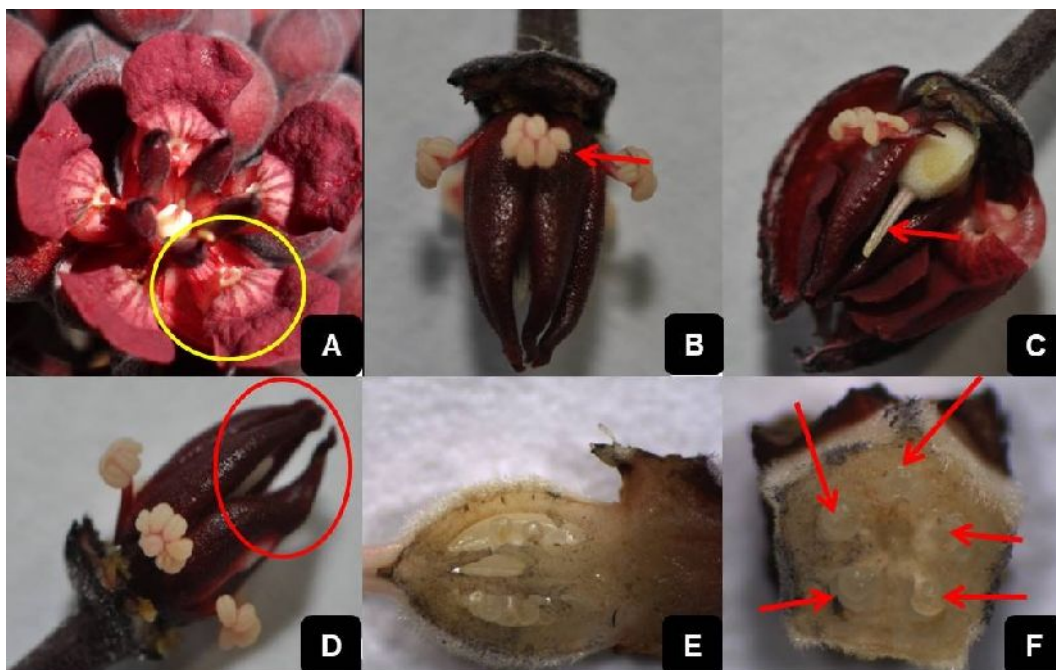


FIGURA 4- Estrutura floral interna de *Theobroma speciosum*. (A) flor com destaque para a pétala; (B) estames; (C) antera inserida na cógula e estigma; (D) estaminóides em círculo; (E) placentação axial; (F) ovário plurilocular. Fonte: os autores (2011).

As características morfológicas encontradas neste trabalho são semelhantes às encontradas por pesquisadores que trabalharam com espécies do gênero *Theobroma*, como Souza e Venturieri (2010) com *Theobroma speciosum*.

As flores de *T. speciosum* medem de 9,02 mm a 16,86 mm de comprimento, com média de 12,88 mm e largura de 12,90 mm a 27,15 mm tendo em média 19,33 mm (Tabela 2). O ovário encontra-se envolvido por um círculo de estaminóides inférteis, que apresentaram um comprimento médio de 9,51 mm e largura média de 2,36, sendo maiores que os estames, cujo comprimento médio foi de 2,90 mm e largura média de 0,81 mm.

TABELA 2- Estrutura, comprimento e largura (mm), máxima, média e mínima, desvio padrão (D.P.) e coeficiente de variação (C.V. %) das peças florais de *Theobroma speciosum*.

Estrutura	Parâmetro	Máxima	Média	Mínima	D.P.	C.V.
Flor	Comprimento	16,86	12,88	9,02	2,34	18,15
	Largura	27,15	19,33	12,90	3,36	17,39
Corola	Comprimento	12,09	9,60	5,32	1,64	17,10
	Largura	27,17	19,33	12,91	3,36	17,38
Sépalas	Comprimento	13,68	11,71	8,09	1,33	11,42
	Largura	5,86	4,25	2,31	0,81	19,26
Cálice	Comprimento	9,51	7,57	5,57	1,35	17,86
	Largura	18,01	14,83	9,74	2,04	13,80
Pétalas	Comprimento	8,22	6,78	5,59	0,76	11,29
	Largura	9,63	7,82	5,5	1,04	13,35

Pétalas com Cógula	Comprimento	12,50	10,83	8,42	1,05	9,75
	Largura	9,63	7,96	6,70	0,89	11,26
Cógula	Comprimento	7,69	6,43	4,81	0,72	11,30
	Largura	4,87	4,37	3,59	0,32	7,51
Estames	Comprimento	4,11	2,90	1,25	0,75	25,99
	Largura	1,07	0,81	0,50	0,14	17,78
Estaminóides	Comprimento	10,61	9,51	7,61	0,83	8,82
	Largura	2,94	2,36	1,01	0,48	20,70
Ovário com Estigma	Comprimento	7,28	6,12	4,67	0,75	12,34
	Largura	3,09	2,35	1,23	0,44	19,10
Ovário	Comprimento	4,36	3,40	3,06	0,58	17,03
	Largura	3,09	2,38	1,23	0,45	19,07

CONCLUSÃO

A antese das flores de *Theobroma speciosum* ocorre às 06h da manhã do dia seguinte a pré-antese e a senescência é de dois a três dias após a antese. Durante a pré-antese e o primeiro dia da antese, o estigma apresentou-se prontamente receptível. O cacauí apresentou alta taxa de viabilidade polínica em todos os 24 horários de coleta.

As características florais, tamanho e forma são compatíveis com insetos de pequeno porte. Na morfometria das flores, observou-se variação média entre flores na mesma planta e em plantas diferentes, denotando pequena variação intraespecífica na morfometria das flores de *T. speciosum*.

REFERÊNCIAS

ARENAS-DE-SOUZA, M. D.; SILVEIRA, G. F.; SILVA, M. S. A.; KARSBURG, I. V. Estimativa da viabilidade polínica em indivíduos de *Tabebuia impetiginosa* e *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex. DC.) Standl. (Biognoniaceae) através de métodos citoquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 3864, 2014. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/MULTIDISCIPLINAR/estimativa.pdf>>.

BRAMBATTI, A.; BRAMMER, S. P.; WIETHÖLTER, P.; JUNIOR, A. N. Genetic stability in triticale estimated by pollen viability. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1808-16572016000100234&script=sci_arttext&lng=pt>. doi: 10.1590/18081657000802014

BRITTO, F. F.; DIAS, D. L. O.; AMARAL, C. L.; MAFFEI, E. M. D.; LIBARIANO, V. D. Determinação do sistema reprodutivo de parentais para produção de híbridos entre *P. cincinnata* Mast. E *P. quadrangularis* Linn. **Cultura Agrônômica**, v. 27, n. 4, p. 407-423, 2018. Disponível em: <<https://search.proquest.com/openview/e7c2dfb6a2260e1014f7960788b17e91/1?cbl=3899605&pq-origsite=gscholar>>. doi: 10.32929/2446-8355.2018v27n4p407-423

CASTRO, A. S.; ANDRADE, D. C. O custo econômico do desmatamento da Floresta Amazônica brasileira (1988-2014). **Perspectiva Econômica**, v. 12, n. 1, p. 1-15, 2016. Disponível em: <

http://revistas.unisinos.br/index.php/perspectiva_economica/article/view/pe.2016.121.01/5387>. doi: 10.4013/pe.2016.121.01

CRISPIM, J. G.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; NASCIMENTO, N. F. F.; BARROSO, P. A. Stigma receptivity and anther dehiscence in ornamental pepper. **Horticultura Brasileira**, v. 35, p. 609-612, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362017000400609>. doi:10.1590/S0102-053620170421

DARDENGO, J. F. E.; ROSSI, A. A.B.; SILVA, I. V.; PESSOA, M. J. G.; SILVA, C. J. Análise da influência luminosa nos aspectos anatômicos de folhas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng. (Malvaceae). **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198050982017000300843>. doi: 0.5902/1980509828634

DARDENGO, J. F. E.; ROSSI, A. A. B.; SILVA, B. M.; SILVA, I. V.; SILVA, C. J.; SEBBENN, A. M. Diversity and spatial genetic structure of a natural population of *Theobroma speciosum* (Malvaceae) in the Brazilian Amazon. **Revista de Biologia Tropical**, v. 64, n. 3, p. 1091-1099, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S003477442016000301091&script=sci_abstract>. doi: 10.15517/rbt.v64i3.21461

GUALBERTO, M. L. C.; RIBEIRO, R. B. S.; GAMA, J. R. V.; VIEIRA, D. S. Fitossociologia e potencial de espécies arbóreas em ecossistema sucessional na floresta nacional do Tapajós, Pará. **Agroecossistemas**, v. 6, n. 1, p. 42-57, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/download/1593/2291.pdf>>.

EHRlich, P. R. The loss of diversity: causes and consequences. In: E. O. WILSON (Ed.), **Biodiversity**. Washington: Academy, 1988. p. 29-35.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. 1-205. **Revista Científica Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/meusarquivospdf/art63.pdf>>.

FLORA DO BRASIL 2020, em construção. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23617>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

FRESCURA, V. D-S.; LAUGHINGHOUSE IV, H. D.; CANTO-DOROW, T. S.; TEDESCO, S. B. Pollen viability of *Polygala paniculata* L. (Polygalaceae) using different staining methods. **Biocell**, v. 36, n. 3, p. 143-145, 2012. Disponível em: <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/144910/1/Frescura_etal_2012_Biocell.pdf>.

GUSSON, E.; SEBBENN, A. M.; KAGEYAMA, P. Y. Sistema de reprodução em populações de *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 491-502, 2006. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622006000400001&lng=en&nrm=iso>. doi: 10.1590/S0100-67622006000400001

HISTER, C. A. L.; TEDESCO, S. B. Estimativa da viabilidade polínica de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) através de distintos métodos de coloração. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 1, p. 135-141, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v18n1/1516-0572-rbpm-18-1-0135.pdf>>. doi: 10.1590/1983-084X/15_081

JESUS, L. G. A.; TAVARES, L. R.; GOMES, M. F. C.; VALENTE, S. E. S.; GOMES, R. L. F. et al. Eficiência de testes colorimétricos para determinação da viabilidade do pólen em acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 8, n. 1, p. 59-64, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/ojs/rbas/article/view/2979/pdf>>.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. **Techniques for pollination biologists**. University Press of Colorado. 1993. p. 1-184.

MAGNUSSON, W. E.; ISHIKAWA, N. K.; LIMA, A. P.; DIAS, D. V.; COSTA, F. M. et al. A linha de véu: a biodiversidade brasileira desconhecida. **Parcerias Estratégicas**, v. 21, n. 42, p. 45-60, 2016. Disponível em: <https://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Magnusson_et_al_2016_Parc-Estrat_linha_do_veu.pdf>.

MORENO, E. C.; TIAGO, A. V.; ROSSI, F. S.; ROSSI, A. A. B. Biologia floral, morfometria e viabilidade do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *Flavicarpa* Degener). **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 2094, 2015. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/biologicas/biologia%20floral.pdf>>.

PAGLIARINI, M. S.; POZZOBON, M. T. **II Curso de Citogenética Aplicada a Recursos Vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2004. 89p. (Documentos 154). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CENARGEN/26521/1/doc154.pdf>>.

PYKE, G. H. Plant-pollinator co-evolution: It's time to reconnect with Optimal Foraging Theory and Evolutionarily Stable Strategies. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 19, p. 70-76, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1433831916300105?via%3Dihub>>. doi: 10.1016/j.ppees.2016.02.004

ROSSI, A. A. B.; SILVA, M. S. A.; ARENAS-DE-SOUZA, M. D.; ZORTÉA, K. E. M.; GIUSTINA, L. D. et al. Diversidade genética de duas espécies de *Theobroma* L. em um fragmento florestal no Portal da Amazônia, MT, Brasil. **Nativa**, v. 5, p. 509-514, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/325584134_Diversidade_genetica_de_duas_especies_de_Theobroma_L_em_um_fragmento_florestal_no_Portal_da_Amazonia_MT_Brasil>.

SILVA, S. M. M.; MARTINS, K.; MESQUITA, A. G. G.; WADT, L. H. O. Genetic parameters for *Hymenaea courbaril* L. conservation in southwestern amazon. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 1, p. 87-95, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S198050982014000100087&script=sci_abstract>. doi: 10.5902/1980509813326

SILVA, B. M.; ROSSI, A. A. B.; DARDENGO, J. F. E.; SILVA, C. R.; SILVA, I. V., et al. Genetic structure of natural populations of *Theobroma* in the Juruena National Park, Mato Grosso State, Brazil. **Genetic and Molecular Research**, v. 14, n. 3, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/285577711_Genetic_structure_of_natural_populations_of_Theobroma_in_the_Juruena_National_Park_Mato_Grosso_State_Brazil>.

SOUZA, M. M.; PEREIRA, T. N. S.; MARTINS, E. R. Microsporogênese e microgametogênese associadas ao tamanho do botão floral e da antera e viabilidade polínica em maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* degener). **Ciência Agrotécnica**, v. 26, n. 6, p. 1209-1217, 2002. Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br/index.php/revistas/ciencia-e-agrotecnologia/artigos-publicados>>.

SOUZA, S. P.; VENTURIERI, G. A. Floral phenology of cacau-cabeça-de-urubu (*Theobroma obovatum*). In: VENTURIERI, G. A. **Biologia aplicada à domesticação de fruteiras amazônicas do gênero *Theobroma* - Primeiro relatório: CNPq/Programa de Trópico Úmido - Belém, PA, Brasil, 1998. n. 63.00.13/95. p. 1-105.**

SOUZA, M. S.; VENTURIERI, G. A. Floral Biology of Cacauhy (*Theobroma speciosum* - Malvaceae). **Brazilian archives of biology and technology**, v. 53, n. 4, p. 861-872, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-89132010000400016&script=sci_abstract>. doi: 10.1590/S1516-89132010000400016

VARELLA, T. L.; ROSSI, A. A. B.; ARENAS-DE-SOUZA, M. D.; SILVEIRA, G. F.; COCHEV, J. S.; TOLEDO, J. J.; SILVA, C. J. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Theobroma speciosum* Willd. Ex Spreng. no norte do Estado de Mato Grosso. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 115-126, 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cflo/v28n1/1980-5098-cflo-28-01-115.pdf>>. doi: 10.5902/1980509831589

VARELLA, T. L.; ROSSI, A. B. R.; DARDENGO, J. F. E.; SILVEIRA, G. F.; SOUZA, M. D. A.; CARVALHO, M. L. S. Effect of fragmentation on the natural genetic diversity of *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng. populations. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 4, 2016. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/e585/d9869300da6a810011c5d1543e20d0d7b3a0.pdf>>. doi: 10.4238/gmr15048630

VENTURIERI, G. A.; SILVA, M. B. Fenologia floral do cacau-jacaré (*Herrania mariaae*) - Sterculiaceae. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, série botânica, v. 13, n.1, p. 31-47, 1997.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica – organografia; quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos**. Viçosa: UFV, 4. ed. 2003. p. 1-205.

YOUNG, A. M. Mechanism of pollination by Phoridae (Diptera) in some *Herrania* species (Sterculiaceae) in Costa Rica, **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 86, n. 3, p. 503-518, 1984. Disponível em: < https://archive.org/stream/cbarchive_107599_mechanismofpollinationbyphorid1884/mechanismofpollinationbyphorid1884_djvu.txt>.

ZAMBON, V; AGOSTINI, K. Polimorfismo floral e suas implicações em sistemas sexuais: o caso de *Solanum melongena* (Solanaceae). **Rodriguésia**, v. 68, n. 4, p. 1187-1199, 2017. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rod/v68n4/2175-7860-rod-68-04-1187.pdf>>. doi: 10.1590/2175-7860201768403