

## **Morfologia, viabilidade polínica e índice meiótico em *Erythrina fusca* Lour.**

<sup>1</sup> Rosieli Barboza Bispo, <sup>1</sup> Ana Aparecida Bandini Rossi, <sup>1</sup> Kelli Évelin Müller Zortéa, <sup>1</sup> Eliane Cristina Moreno de Pedri, <sup>2</sup> Nilo Leal Sander, <sup>2</sup> Carolina Joana da Silva

<sup>1</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, *Campus* de Alta Floresta, Avenida Perimetral Rogério Silva, Norte 2, CEP 78580-000, Alta Floresta, MT, Brasil. E-mails: rosielibarboza.af@hotmail.com, anabanrossi@unemat.br, kellimuller@hotmail.com, elicmbio@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, *Campus* de Cáceres, Avenida Tancredo Neves, 1095, Cavahada III CEP 78217-900, Cáceres, MT, Brasil. E-mails: nilosander@gmail.com, ecopanta@terra.com.br

**Resumo:** *Erythrina fusca* pertence à família Fabaceae e é conhecida popularmente como abobral. É considerada uma planta ornamental devido a beleza de suas flores a qual é recomendada para paisagismo. O presente estudo objetivou avaliar aspectos reprodutivos, com enfoques na determinação do índice meiótico e na caracterização de aspectos morfológicos, citoquímicos e viabilidade dos grãos de pólen de *E. fusca*. As coletas do material vegetal foram realizadas na Estação Ecológica de Taiamã, município de Cáceres- MT, durante o mês de julho de 2018. A espécie *E. fusca* apresenta sistema reprodutivo do tipo xenogâmico obrigatório, necessitando de um polinizador efetivo. A alta taxa de viabilidade polínica (98,54%) encontrada para *E. fusca* foi concordante com a alta porcentagem do índice meiótico (98,45%) observada na espécie. A análise citoquímica indicou que *E. fusca* possui amido e lipídio como substâncias de reserva em seus grãos de pólen, característica importante para o sucesso reprodutivo da espécie.

**Palavras chave:** Abobral, Citoquímica, Sistema reprodutivo.

## **Morphology, pollen viability and meiotic index in *Erythrina fusca* Lour.**

**Abstract:** *Erythrina fusca* belongs to the family Fabaceae and is popularly known as purple coraltree. It is considered an ornamental plant due to the beauty of its flowers which is recommended for landscaping. The present study aimed to evaluate reproductive aspects, focusing on the determination of the meiotic index and on the characterization of morphological, cytochemical aspects and viability of *E. fusca* pollen grains. The vegetal materials were collected in the Taiamã Ecologic Station, in Cáceres, Mato Grosso, Brazil, during July 2018. The species *E. fusca* presents a reproductive system of obligate xenogamic type, which requires an effective pollinator. The high pollen viability (98.54%) found for *E. fusca* was concordant with the high percentage of the meiotic index (98.45%) observed in the species. Cytochemical analysis indicated that *E. fusca* possesses starch and lipid as reserve substances in their pollen grains, an important characteristic for the reproductive success of the species.

**Keywords:** Purple coraltree, Cytochemical, Reproductive system.

## Introdução

*Erythrina fusca* Lour. pertence à família Fabaceae e é conhecida como abobral. Apresenta ocorrência em quatro continentes (América, África, Ásia e Oceania), é nativa e distribuída nos trópicos úmidos da América Central e América do Sul (Orwa et al., 2009). No Brasil, ocorre em áreas alagadiças, brejosas ou sujeitas a períodos de alagamentos (Canovas, 2013). É considerada uma planta ornamental devido a beleza de suas flores e pode ser utilizada para arborização urbana, sendo caracterizada pelo seu grande porte, crescimento rápido, semicaducifolia, indicada para locais com calçadas sem rede elétrica aérea, canteiros e jardins (Souza & Vieira, 2016). No entanto, existe uma carência em estudos sobre aspectos reprodutivos e morfologia polínica da espécie.

O estudo do comportamento meiótico em espécies não melhoradas ou em fase de melhoramento é de grande importância, pois espécies não melhoradas podem apresentar comportamento meiótico instável entre os genótipos e muitas irregularidades nas fases da meiose e pós-meiose. Isso pode ocasionar baixa fertilidade dos gametas masculinos (Damasceno et al., 2010)

A análise palinológica de plantas se tornou um mecanismo eficaz para subsidiar estudos da origem botânica, pois evidencia a presença de conjuntos polínicos característicos de determinadas plantas (Stanski et al., 2016). A estimativa da viabilidade polínica é um dos fatores importantes para a análise de fluxo gênico nas plantas porque evidencia o potencial masculino de reprodução da espécie e pode ser útil em estudos taxonômicos, ecológicos, genéticos e palinológicos (Frescura et al., 2012).

Tratando-se de estudos de viabilidade, muitos métodos diferentes estão disponíveis, cada um com suas vantagens e desvantagens (Dafni & Firmage, 2000). Dentre estes métodos, os testes colorimétricos fornecem informações de forma rápida e são fáceis de realizar, além de algumas vezes apresentar correlação positiva com testes de germinação do pólen *in vitro* (Dafni, Firmage, 2000, Rathod et al., 2018 & Zortéa et al.,

2019). Por meio da técnica da coloração, os corantes reagem com a estrutura do pólen, permitindo distinguir os grãos viáveis dos inviáveis (Hister & Tedesco, 2016). Informações sobre a citoquímica, viabilidade e morfologia dos grãos de pólen podem fornecer esclarecimentos a respeito da propagação da espécie auxiliando na elucidação de características que propiciem um melhor entendimento taxonômico e biosistemático.

Diante disso, o presente estudo objetivou avaliar aspectos reprodutivos, com enfoques na determinação do índice meiótico e na caracterização de aspectos morfológicos, citoquímicos e viabilidade dos grãos de pólen de *E. fusca* provenientes da região do pantanal do estado de Mato Grosso, Brasil.

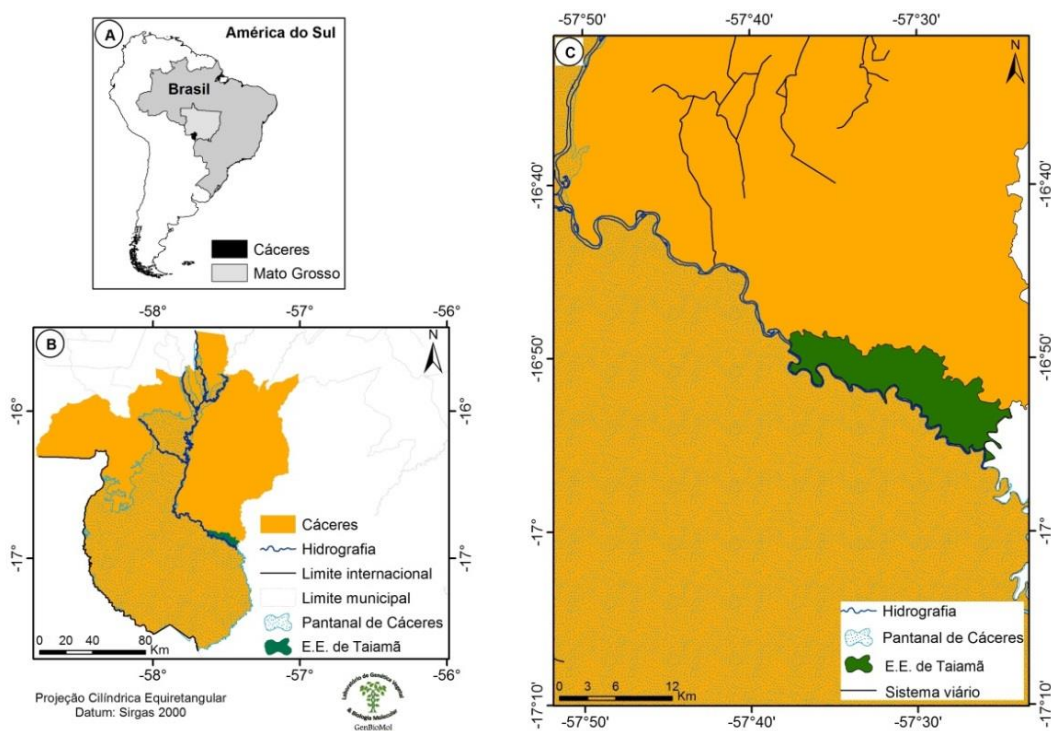
## Material e métodos

As coletas do material vegetal de *E. fusca*, flores e botões florais em diferentes estádios de desenvolvimento, foram realizadas na Estação Ecológica de Taiamã, município de Cáceres, Mato Grosso (Figura 1), durante o mês de julho de 2018. A Estação Ecológica de Taiamã é uma Unidade de Conservação de proteção integral. Encontra-se na bacia do alto rio Paraguai, localizada entre os meridianos W 57° 24' e W 45° 40' e paralelos S 16° 48' e S 16° 58', e ocupa uma área de 11.555 ha do Pantanal Mato-grossense, entre os rios Paraguai e Bracinho (Frota et al., 2017).

Os materiais botânicos coletados na área de estudo, foram herborizados e depositados no Herbário da Amazônia Meridional [HERBAM] sob o número de registro 24459. A ilustração do material foi realizada no Herbário VIC, da Universidade Federal de Viçosa [UFV] Minas Gerais.

As análises do índice meiótico e dos grãos de pólen foram conduzidas no Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular do Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional [CEPTAM] na Universidade do Estado de Mato Grosso [UNEMAT], Campus de Alta Floresta.

**Figura 1** - Localização do estado de Mato Grosso na América do Sul e do município de Cáceres no estado de Mato Grosso, Brasil (A); Localização da Estação Ecológica de Taiamã no município de Cáceres e detalhes da reserva (B e C).



**Fonte:** Dados da Pesquisa

Para análise da morfologia polínica foi utilizado o método de acetólise proposto por Erdtman (1952), com modificações: diminuição da quantidade de ácido acético de 1000  $\mu\text{L}$  para 500  $\mu\text{L}$ , aumento da temperatura do banho-maria de 70 a 80  $^{\circ}\text{C}$  para 100  $^{\circ}\text{C}$  por dois minutos e aumento do tempo em contato com a mistura de glicerina e água destilada de dez minutos para duas horas.

As mensurações dos grãos de pólen foram realizadas em imagens obtidas no mesmo dia da preparação das lâminas, capturadas com câmera digital (BIOCAM, CMOS SERIES 1.3 MP, Curitiba-PR, Brasil) colorida, acoplada ao microscópio de luz, com o auxílio do software TSview (Xintu photonics, TSview 7, Fujian, China). As mensurações foram realizadas no programa Anati Quanti 2®.

Foram obtidas medidas dos eixos polar e equatorial em vista equatorial e do eixo equatorial

em vista polar dos grãos de pólen e da espessura das camadas da exina (sexina e nexina). Foram realizadas 25 medições de cada característica examinada de, no mínimo, cinco grãos de pólen por lâmina. Para classificar os grãos de pólen de acordo com sua forma, foi utilizada a relação entre o eixo polar e o eixo equatorial (P/E) em vista equatorial conforme a classificação de Erdtman (1952). Quanto ao tamanho, os grãos de pólen foram classificados de acordo com o tamanho do maior eixo dentro das classes: muito pequenos ( $<10 \mu\text{m}$ ), pequenos (10-25  $\mu\text{m}$ ), médios (25-50  $\mu\text{m}$ ), grandes (50-100  $\mu\text{m}$ ), muito grandes (100-200  $\mu\text{m}$ ) e gigantes ( $>200 \mu\text{m}$ ), conforme determinação de Erdtman (1945).

A estimativa da razão pólen/óvulo (P/O) e a inferência do sistema reprodutivo foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por Cruden (1977), onde se multiplica o total de pólenes presentes na antera, pelo total de anteras

presentes no botão floral e divide pelo número de óvulos presentes no botão floral. Neste estudo foram utilizados seis botões florais com média de treze óvulos e dez anteras. Para a contagem dos óvulos foi realizado um corte longitudinal no ovário da flor e contabilizado o número de óvulos observados com auxílio de lupa.

A estimativa do número de grãos de pólen por flor foi realizada de acordo com a metodologia sugerida por Dafni (1992), com modificações. Uma antera de um botão floral em pré-antese foi separada e cortada sobre uma lâmina em seguida foi imersa em uma solução contendo: 900 µL de etanol 70%, três gotas de azul de metileno, quatro gotas de detergente, com volume final ajustado para 1000 µL. A mistura foi agitada em vórtex e em seguida foram preparadas seis lâminas contendo 10 µL de solução em cada. Com auxílio de um microscópio de luz, foram contabilizados todos os grãos de pólen presentes na lâmina. O valor do fator de diluição foi obtido e utilizado para estimar o número médio de grãos de pólen por antera, esse valor foi multiplicado pela quantidade de anteras do botão floral, obtendo-se a quantidade de grãos de pólen por flor.

Para as análises de viabilidade polínica e citoquímica foram coletados botões florais de *E. fusca* em pré-antese de seis indivíduos e fixados em solução de álcool etílico e ácido acético na proporção de 3:1, e mantidos por 24 horas a temperatura ambiente e posteriormente, transferidos para álcool 70% e armazenados sob refrigeração até o momento do preparo das lâminas.

Para a estimativa da viabilidade do grão de pólen, foram utilizados os corantes carmim acético 2% (Radford et al., 1974) e o reativo de Alexander (Alexander, 1969). No preparo das lâminas foi depositada uma antera em cada lâmina e aplicada a técnica de esmagamento das anteras (Guerra & Souza, 2002), para liberação dos grãos de pólen. Para cada corante foram montadas 8 lâminas, e contabilizados 250 grãos de pólen por lâmina, totalizando 2.000 grãos de pólen contabilizados por corante. A contagem foi realizada pelo método de varredura, utilizando um microscópio de luz. A viabilidade polínica foi estimada por meio da percentagem de grãos de pólen viáveis.

A análise citoquímica foi realizada com os corantes sudan IV, para verificação da presença de lipídios (Dafni, 1992) e lugol, para a identificação da presença de amido (Baker & Baker, 1979). O preparo das lâminas e a contagem dos grãos de pólen foi realizada conforme descrito para a viabilidade polínica. Por meio da coloração com lugol foram considerados grãos de pólen amido positivo os que apresentaram coloração marrom e grãos de pólen amido negativo os que não apresentaram coloração. Para o sudan IV foram considerados lipídio positivo os grãos de pólen corados em vermelho e lipídio negativo os que não apresentaram coloração. A captura das imagens foi realizada utilizando uma câmera digital (BIOCAM, CMOS SERIES 1.3 MP, Curitiba-PR, Brasil), colorida, acoplada ao microscópio e utilizando o software TSview (Xintu photonics, TSview 7, Fujian, China).

Para a determinação do índice meiótico foram utilizados botões em diferentes estádios de desenvolvimento previamente coletados e fixados, conforme descrito anteriormente. Os seis botões florais utilizados foram, primeiramente, mensurados com paquímetro digital, com intuito de identificar o tamanho dos botões que apresentavam produtos pós-meioítico.

Foram preparadas oito lâminas, sendo contabilizados 250 produtos pós-meioíticos por lâmina, perfazendo um total de 2.000 produtos pós-meioíticos para a espécie. Para cada lâmina utilizou-se uma antera de um botão floral diferente que, após macerada, foi corada com orceína acética. Mônades, díades, tríades e políades foram considerados produtos pós-meioíticos anormais e tétrades com quatro células de tamanho igual foram consideradas normais. As células foram contabilizadas em microscópio de luz, pelo método de varredura. Para estimativa do índice meiótico (IM) foi utilizada a equação proposta por Love (1951):

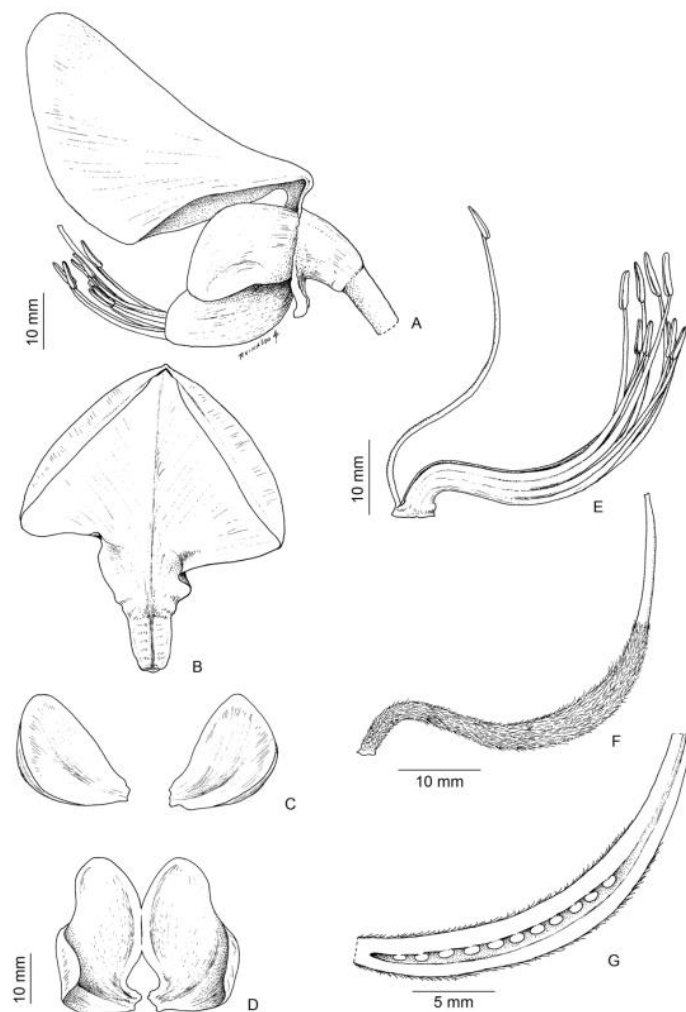
$$IM = \left( \frac{\text{n}^{\circ} \text{ total de tetrades}}{\text{n}^{\circ} \text{ total de produtos pós-meioíticos contabilizados}} \right) \times 100$$

Os dados de viabilidade polínica foram submetidos ao teste de normalidade Lilliefors e não houve a necessidade de transformação dos dados, pois os mesmos apresentaram distribuição normal. As médias de viabilidade polínica foram submetidas ao teste *t* para verificar se havia diferença entre os dois corantes. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Genes (Cruz, 2013).

### Resultados e discussão

Os detalhes morfológicos da flor de *E. fusca* podem ser observados na ilustração botânica apresentada na Figura 2. Foram verificadas algumas variações morfológicas das flores de *E. fusca* em relação as descrições encontradas para a espécie. Neste estudo foi observada a presença de 10 lóbulos tubulares no nectário das flores e variação de 12-13 óvulos por ovário, enquanto que Martins (2014), observou 8 lóbulos tubulares no nectário e variação de 8-10 óvulos, coloração creme nas pétalas.

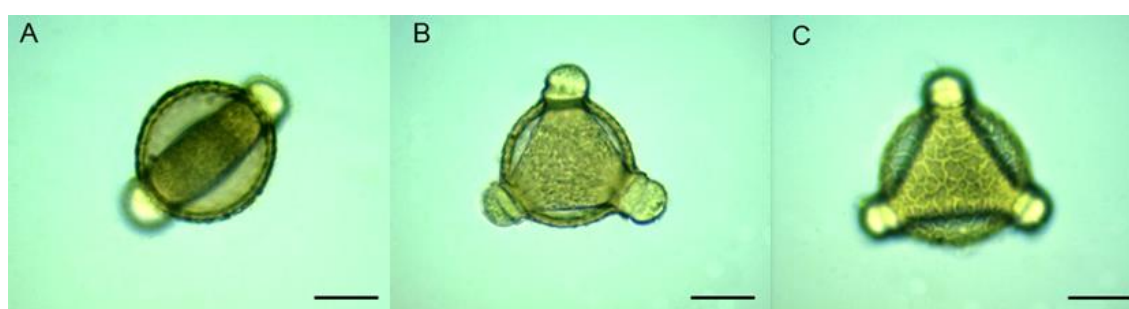
**Figura 2** - Ilustração botânica da flor de *Erythrina fusca*. A) flor; B) estandarte; C) alas; D) pétalas da quilha; E) androceu; F) gineceu; G) ovário com corte longitudinal evidenciando os óvulos. Ilustração: Reinaldo A. Pinto.



Os grãos de pólen da espécie foram classificados como 3-porados. A sexina observada em *E. fusca* é do tipo reticulada com retículo heterobrocado (Figura 3). Quanto ao tamanho, os grãos de pólen foram classificados como grandes, com média do maior eixo de 75,64 µm. A classificação dos pólenes de *E. fusca* como 3-porados neste estudo, corrobora com a descrição de Buriel et al. (2011) para *Erythrina*

*velutina* Willd. A Rede de Catálogos Palinológicos (RCPol, 2019) e Buriel et al. (2011) descrevem os grãos de pólen de *Erythrina falcata* Benth. e *Erythrina velutina* Willd., respectivamente como suboblato, sendo essa classificação diferente para o formato dos grãos de pólen de *E. fusca* encontrado neste estudo, classificados como oblato-esferoidal.

**Figura 3** - Fotomicrografias dos grãos de pólen de *Erythrina fusca* submetidos ao método de acetólise. A) Vista equatorial; B) Vista polar; C) Detalhe da superfície (ornamentação). Barra = 9 µm.



**Fonte:** Dados da Pesquisa.

A superfície da sexina observada em *E. fusca* (reticulada com retículo heterobrocado) foi concordante com a observada em *E. falcata* (RCPol, 2019). Quanto ao tamanho, os grãos de pólen de *E. fusca* foram classificados como grandes, diferente da classificação de Buriel et al. (2011) para *E. velutina* e de RCPol (2019) para *E. falcata* que classificaram os grãos de pólen como médios, pequenos, respectivamente. Segundo Moore e Webb (1978), variações na forma dos grãos de pólen são consideradas normais, podendo ocorrer até mesmo dentro de uma mesma espécie.

A razão pólen/ óvulo encontrada para *E. fusca* foi de 48.846,15, indicativo de que a espécie apresenta sistema reprodutivo do tipo xenogâmico obrigatório. De acordo com Cruden (1977), as espécies xenogâmicas podem apresentar protandria, são autoincompatíveis e a maioria necessita de um polinizador. Estudos realizados por Parrini & Raposo (2010) revelam que as aves das famílias Psittacidae, Trochilidae, Coerebidae, Thraupidae e Icteridae atuam como

potenciais polinizadores de *E. fusca* no Pantanal, apresentando comportamento não destrutivos em suas visitas. *E. fusca* possui flores hermafroditas, desta forma, quando as aves inserem o bico por entre as pétalas para sugar o néctar, tocam eventualmente em anteras e estigmas, contribuindo assim para o transporte de grãos de pólen das plantas (Parrini & Raposo, 2010).

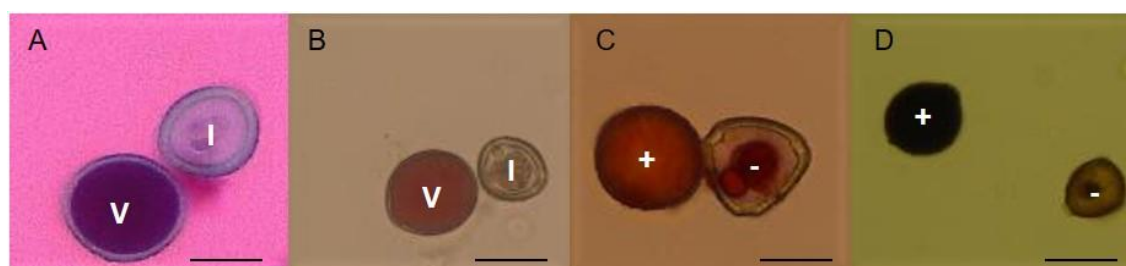
O padrão de coloração dos grãos de pólen de *E. fusca* obtido pelo teste colorimétrico, para a viabilidade polínica, pode ser observado na Figura 4 A e B. Esse padrão de coloração foi condizente com o esperado para cada corante utilizado em *E. fusca*. O reagente de Alexander corou a parede celular de verde claro-azulado e o protoplasma de púrpura. Essa solução é constituída por três corantes: o verde malaquita, a fucsina ácida, e o alaranjado G (Alexander, 1969). O verde malaquita possui afinidade com a celulose presente na parede celular e, portanto, a cora de verde, enquanto a fucsina ácida cora o protoplasma de vermelho/púrpura, dessa forma os grãos de pólen corados apenas de verde são



considerados não viáveis, por não possuírem protoplasma (Alexander, 1969, 1980). Este método apenas distingue os grãos de pólen abortados, dos não abortados (Alexander, 1969), sugerindo que os grãos não abortados são íntegros, no entanto, a capacidade de o grão de

pólen germinar no estigma da flor, ainda dependerá de outros fatores como: temperatura, umidade, nível de hidratação e conteúdo de reserva do grão de pólen (Shivanna, Rangaswamy, 1992, Dafni & Firmage, 2000).

**Figura 4** - Grãos de pólen viáveis (V) e inviáveis (I) de *Erythrina fusca* corados com reativo de Alexander (A) e carmim acético (B); sudan IV - grão de pólen com presença (+) e ausência (-) de lipídios; D) lugol – grão de pólen com presença (+) e ausência (-) de amido. Barra = 17 µm.



**Fonte:** Dados da Pesquisa.

O carmim acético propiciou a coloração rosa avermelhada dos grãos de pólen viáveis. Esse corante tem afinidade por DNA e RNA, sendo assim, os grãos de pólen viáveis apresentam coloração rosa forte, enquanto os grãos de pólen inviáveis, que não possuem DNA e RNA, não são corados e mostram-se transparentes (Pagliarini & Pozzobon, 2005). O corante carmim acético vem se mostrando eficiente em estudos que estimam a viabilidade do grão de pólen e tem sido utilizado com distintas espécies vegetais (Brambatti et al., 2016, Santos et al., 2020 & Wolf et al., 2020). No entanto, assim como relatado para o reativo de Alexander é importante considerar que a integridade do grão de pólen e a presença do DNA não garantem que o mesmo seja fértil, pois, de acordo com Dafni e Firmage (2000) grãos de pólen viáveis podem não germinar (*in vitro* ou *in vivo*) se as condições não forem adequadas e mesmo que germine, não há garantias de que tenha capacidade de fecundação.

A média de viabilidade polínica encontrada com reativo de Alexander foi de 98,29% e com carmim acético foi de 98,54%. Essas médias não foram estatisticamente diferentes pelo teste *t* ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,7048$ ). No entanto, o reativo de

Alexander é o mais recomendado para as análises de viabilidade polínica de *E. fusca*, por apresentar uma melhor distinção visual entre os pólenes viáveis e inviáveis.

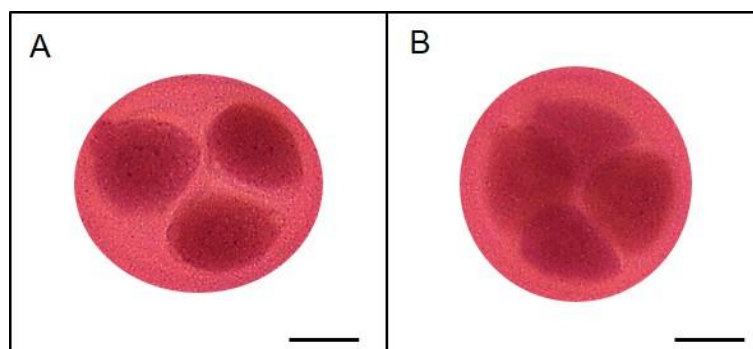
O teste citoquímico indicou que os grãos de pólen de *E. fusca* apresentam lipídios e amido como substâncias de reserva (Figura 4 C e D, respectivamente). Segundo Backer e Backer (1979) a presença de amido faz parte do processo evolutivo das plantas para evitar que insetos não polinizadores se alimentem dos grãos de pólen. Além disso, o amido tende a ser metabolizado em sacarose e essa molécula auxilia na conservação da integridade das membranas do grão de pólen e impede a dessecação, auxiliando assim, na manutenção da viabilidade polínica (Franchi et al., 1996). Já os lipídios são metabolitos primários com capacidade de proteção contra raios UV e atração de polinizadores (Wink, 2013).

Diante das análises citoquímica realizadas é possível sugerir que os grãos de pólen da *E. fusca* possuem adaptações para evitar insetos que não sejam polinizadores e têm maior resistência à desidratação, característica importante para uma espécie típica de clima tropical.

O tamanho dos botões florais que apresentaram produtos pós-meióticos variou de 10,8 a 11,5 mm. Na análise do índice meiótico,

foram observadas apenas tétrades e tríades (Figura 5).

**Figura 5** - Produtos pós-meióticos observados em *Erythrina fusca*. A) tríade e B) tétrade normal. Barra= 14  $\mu$ m.



**Fonte:** Dados da Pesquisa.

O nível de irregularidade meiótica em *E. fusca* foi baixo, uma vez que o índice meiótico (IM) foi de 98,45%, apresentando um maior número de tétrades normais e uma pequena taxa

de tríades (Tabela 1). Segundo Lavinsky et al. (2017), IM próximos de 90% indicam regularidade meiótica, e, resultaram em alta porcentagem de viabilidade polínica.

**Tabela 1** - Produtos pós-meióticos de *Erythrina fusca* observados em lâminas com auxílio de microscópio óptico com objetiva de 40x.

Repetição	Normais	Tríades	Total	%IM
1	250	0	250	100
2	250	0	250	100
3	249	1	250	99,60
4	242	8	250	96,80
5	243	7	250	97,20
6	248	2	250	99,20
7	245	5	250	98,00
8	242	8	250	96,80
<b>Total</b>	1.969	31	2000	-
<b>Média</b>	246,26	3,87	-	98,45

**Fonte:** Dados da Pesquisa.

O alto IM obtido para *E. fusca* foi concordante com o percentual de viabilidade obtido para a espécie. Conforme Lima et al. (2016) a meiose regular gera como resultado um alto percentual de tétrades normais e consequentemente alta viabilidade polínica. O

alto índice meiótico e o alto índice de viabilidade polínica confirmam a regularidade meiótica e ressalta o potencial fértil da espécie. Esses fatores, aliados a característica citoquímica dos grãos de pólen de *E. fusca*, contribuem para a manutenção de novas gerações.



## Conclusão

Os grãos de pólen de *Erythrina fusca* possuem formato oblato-esferoidal, 3-porados e apresentam sexina reticulada com retículo heterobrocado.

*E. fusca* apresenta sistema reprodutivo do tipo xenogâmico obrigatório, sendo esse sistema de reprodução típico de espécies que necessitam de um polinizador efetivo.

A alta taxa de viabilidade polínica encontrada para *E. fusca* foi concordante com a alta porcentagem do índice meiótico observada na espécie, indicando que a mesma possui alta estabilidade meiótica e capacidade de produção de grãos de pólen íntegros.

A análise citoquímica indicou que *E. fusca* possui amido e lipídio como substâncias de reserva em seus grãos de pólen, características importantes para o sucesso reprodutivo da espécie.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior [CAPES], Código de Financiamento 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico [CNPq] pelo financiamento do projeto, Dinâmicas Ecológicas na Planície de Inundação do Alto Paraguai, do Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração [PELD] nº 441563/2016-3 (Contribuição número 1).

## Referências

- Alexander, M.P. (1969). Differential staining of aborted and nonaborted pollen. *Stain Technology*, 44 (3), 117-122. Doi: <http://dx.doi.org/10.3109/10520296909063335>
- Alexander, M.P. (1980). A versatile stain for pollen fungi, yeast and bacteria. *Stain Technology*, 55 (1), 13-18. Doi: <https://doi.org/10.3109/10520298009067890>
- Backer, H.G., & Backer, I. (1979). Starch in angiosperm pollen grains and its evolutionary significance. *American Journal of Botany*, 66 (5), 591-600.
- Brambatti, A., et al. (2016). Estabilidade genética em triticale estimada pela viabilidade polínica. *Instituto Biológico*, 83, 1-7, e0802014. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657000802014>
- Buril, M.T., Alves, M., & Santos, F.A.R. (2011). Tipificação polínica em Leguminosae de uma área prioritária para conservação da Caatinga: Caesalpinioideae e Papilionoideae. *Acta Botanica Brasileira*, 25 (3), 699-712. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062011000300023>
- Canovas, R. (2013). *Erythrina fusca*. Recuperado em 12 abril, 2019, de <http://www.jardimcor.com/catalogo-de-especies/erythrina-fusca/>.
- Cruz, C.D. (2013). Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35 (3), 271-276. Doi: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>
- Cruden, R.W. (1977). Pollen-ovulo ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution*, 31, 32-46. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1977.tb00979.x>
- Dafni, A. (1992). *Pollination ecology: a practical approach* (250p). New York: Oxford University Press.
- Dafni, A., & Firmage, D. (2000). Pollen viability and longevity: practical, ecological and evolutionary implications. *Plant Systematics and Evolution*, 222, 113-132.
- Damasceno Jr., P.C. et al. (2010). Meiotic behavior of *Carica papaya* and *Vasconcellea monoica*. *Caryologia*, 63 (3), 229-236. Doi: <https://doi.org/10.1080/00087114.2010.10589732>

- Erdtman, G. (1945). Pollen morphology and plant taxonomy. III. *Morina L.* with na addition on pollen morphological terminology. *Svensk Botanisk Tidskr*, 9, 279-285.
- Erdtman, G. (1952). *Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperm* (539p). Waltham: CBC.
- Franchi, G.G., et al. (1996). Types of carbohydrate reserves in pollen: localization, systematic distribution and ecophysiological significance. *Flora*, 191 (2), 143-159. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30706-5](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30706-5)
- Frescura, V.D., et al.(2012). Pollen viability of *Polygala paniculata* L. (Polygalaceae) using different staining methods. *Biocell*, 36 (3), 143-145.
- Frota, A.V.B., et al. (2017). Macrohabitats da Estação Ecológica de Taiamã, no contexto da Área Úmida Pantanal mato-grossense, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 12 (2), 239-254.
- Guerra, M., & Souza, M.J. (2002). *Como observar cromossomos: um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana* (131p). Ribeirão Preto: FUNPEC.
- Hister, C.A.L., & Tedesco, S.B. (2016). Estimativa da viabilidade polínica de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) através de distintos métodos de coloração. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 18 (1), 135-141. Doi: [http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/15\\_081](http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/15_081)
- Lavinsky, M.P., et al. (2017). Contributions of classical and molecular cytogenetic in meiotic analysis and pollen viability for plant breeding. *Genetics and Molecular Research*, 16 (3), 1-15. Doi: <http://dx.doi.org/10.4238/gmr16039582>
- Lima, D.C., et al. (2016). Implications of mitotic and meiotic irregularities in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Genetics and Molecular Research*, 15 (2), 1-10. Doi: <http://dx.doi.org/10.4238/gmr.15027749>
- Love, R.M. (1951). Varietal differences in meiotic chromosomes behavior of Brazilian wheats. *Agronomy Journal*, 43 (2), 72-76.
- Martins, M. V. (2014). *Filogenia do gênero Erythrina L. (Leguminosae, Papilionoideae, Phaseoleae) e revisão taxonômica das espécies ocorrentes no Brasil* (205f). Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- Moore, P.D., & Webb, J.A. (1978). *An illustrated guide to pollen analysis* (133p). New York: A Halsted Press Book.
- Orwa, C., et al. (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0*. Recuperado em 24 julho, 2018, de <http://www.worldagroforestry.org/output/agroforestry-database>.
- Pagliarini, M.S., & Pozzobon, M.T. (2005). Meiose em vegetais: um enfoque para a caracterização do germoplasma. In: Peñaloza, A.P.S.(Coord.) *Curso de citogenética aplicada a recursos genéticos vegetais* (Documentos n.154, pp. 24-41). Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.
- Parrini, R., & Raposo, M.A. (2010). Aves explorando flores de *Erythrina fusca* (Leguminosae, Fabaceae) durante a estação seca no Pantanal de Mato Grosso. *Iheringia. Série Zoologia*, 100 (2), 97-101. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212010000200001>
- RCPol. (2019). *Rede de catálogos polínicos online*. Recuperado em 07 janeiro, 2019, de <http://chaves.rcpol.org.br/>.
- Radford, A.E., et al. (1974). *Vascular Plant Systematics*. (891p). New York: Harper & Row Publishers.
- Rathod, V., et al. (2018). Pollen viability and *in vitro* pollen germination studies in *Momordica* species and their intra and interspecific hybrids.

*International Journal of Chemical Studies*, 6 (6), 32-40.

Santos, J.F.L., et al. (2020). Morfologia, viabilidade polínica e índice meiótico de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. *Brazilian Journal of Development*, 6 (6), 37514-37536. Doi: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n6-328>

Shivanna, K.R., & Rangaswamy, N.S. (1992). *Pollen biology: a Laboratory Manual* Berlin: Springer-Verlag. Doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-77306-8>

Souza, F., & Vieira, P.F. (2016). *Plano municipal de arborização urbana*. Recuperado em 12 abril, 2019, de <https://www.cabreuva.sp.gov.br/upload/arquivo/0796669001506007581.pdf>.

Stanski, C., Nogueira, M.K.F.S., & Luz, C.F.P. (2016). Palinologia de espécies de Asteraceae de utilidade medicinal para a região dos Campos Gerais, Ponta Grossa, PR, Brasil. *Hoehnea*, 43 (3), 349-360. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-19/2016>

Zortéa, K.E.M. et al. (2019). Meiotic Behavior and Pollen Viability of *Spondias mombin* L.: Native Fruit Species of the Amazon. *Floresta e Ambiente*, 26 (3), e20180375. Doi: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.037518>

Wink, M. (2013). Evolution of secondary metabolites in legumes (Fabaceae). *South African Journal of Botany*, 89, 164–175. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2013.06.006>

Wolf, M.S., Santos, L.L., Pedri, E.C.M., Tiago, A.V., & Rossi, A.A.B. (2020). Citoquímica e viabilidade polínica de etnovarietades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Enciclopédia Biosfera*, 17 (32), 214-226. Doi: [http://dx.doi.org/10.18677/EnciBio\\_2020B17](http://dx.doi.org/10.18677/EnciBio_2020B17)

Recebido em: 07/05/2019

Aceito em: 31/07/2020