

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Desenvolvimento do óvulo de três espécies de *Cassia* L.

Marco Thullio Arantes Santos

Monografia apresentada à Coordenação do  
Curso de Ciências Biológicas, da  
Universidade Federal de Uberlândia, para a  
obtenção do grau de Bacharel em Ciências  
Biológicas.

Uberlândia – MG  
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Desenvolvimento do óvulo de três espécies de *Cassia* L.

Marco Thullio Arantes Santos

Prof. Dr. Orlando Cavalari de Paula

Monografia apresentada à Coordenação do  
Curso de Ciências Biológicas, da  
Universidade Federal de Uberlândia, para a  
obtenção do grau de Bacharel em Ciências  
Biológicas.

Uberlândia – MG  
2018

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer as pessoas que fizeram de tudo para que eu pudesse cursar um curso na Universidade Federal de Uberlândia, que foram minha mãe Núbia de Fatima Arantes e minha vó Sandroilda Maria Arantes, que são minha base e meu exemplo de vida.

Aos professores, técnicos e secretários do instituto de biologia e aos de outros que ofertam disciplina ao curso de Ciências Biológicas pelo excelente curso e compartilha um pouco do seu conhecimento.

Aos meus colegas de turma, fizeram as aulas serem mais divertidas ou estressantes.

Aos meus companheiros de laboratório, ao Rafael Franca pelos auxílios com os trabalhos durante toda faculdade, o Ruan Lucas Morigi pela companhia na rotina de laboratório, os memes compartilhados e os jogos da Champions League e os demais amigos do LAMOVI a Andressa, o Matheus e Danilo.

A Profa. Dr. Juliana Marzinek e ao Prof. Dr. Orlando Cavalari de Paula, que tenho uma admiração enorme, pela pessoa que eles são, por seu trabalho como professores da universidade e como orientadores que me ensinou muito e espero que continue.

A Thaís Martins Marrama, por estar comigo ao longo de todo curso, me da força e suporte sempre que necessário.

A CNPq pela bolsa cedida de iniciação científica.

**SUMÁRIO**

	Página
RESUMO .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUÇÃO .....	3
MATERIAL E MÉTODOS .....	5
RESULTADOS .....	5
DISCUSSÃO .....	6
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	9
ILUSTRAÇÕES .....	13

## RESUMO

*Cassia* é um gênero tropical que, juntamente, com *Senna* e *Chamaecrista* compõem a subtribo Cassiinae. Entretanto, a relação entre os gêneros de Cassiinae ainda não é muito clara e estudos anatômicos tem contribuído para o melhor compreender as relações dessa subtribo. Assim, nós estudamos o desenvolvimento do óvulo de três espécies de *Cassia* com o intuito de levantar dados que possam contribuir para o entendimento da relação entre os gêneros de Cassiinae. Para isso, óvulos de *Cassia fistula*, *Cassia grandis* e *Cassia javanica* provenientes de flores em diferentes estágios de desenvolvimento foram fixados em FAA e Karnovsky, desidratados e incluídos em resina histológica. O material foi seccionado com cerca de 6  $\mu$ m e corados com azul de toluidina. Todas as espécies de *Cassia* apresentam os óvulos anátropos, bitegmentados, crassinucelados e micrópila em zigue-zague. Elas também apresentaram a epiderme externa do tegumento externo contendo compostos fenólicos. Todas as espécies apresentaram uma célula arquesporial que origina uma célula mãe de megásporo. Alguns óvulos de *C. fistula* e *C. javanica* apresentaram duas células arquesporais originando duas células mãe de megásporo. As três espécies apresentaram tétrades lineares de megásporo. Entretanto, *Cassia grandis* e *C. javanica*, também apresentaram tétrade em □ e *C. fistula* apresentou tétrade obliquo-linear. Apesar das diferenças na esporogênese, todas as espécies apresentaram somente um megagametófito do tipo *Polygonum*. A embriologia de *Cassia* foi similar ao que já foi descrito para Caesalpinioideae. Óvulos com duas células arquesporais ou microsporócitos também ocorrem em *Senna* e *Chamaecrista*. A única característica que distingue *Cassia* dos demais gêneros de Cassiinae foi a epiderme externa do óvulo fenólica, que surge como um possível apomorfia para o gênero.

**Palavras-chaves:** Cassiinae, embriologia, Leguminosae, megasporogenese

**ABSTRACT**

*Cassia* is a tropical genus that together with *Senna* and *Chamaecrista* compose the subtribe Cassiinae. However, the relationship between the members of Cassiinae is still unclear, and anatomical studies have contributed to the improvement of their circumscription. Thus, we studied the ovule development of three species of *Cassia* to the understanding of the Cassiinae relationship. For this, ovules of *C. fistula*, *C. grandis*, and *C. javanica* from flowers at different stages of expansion were fixed in FAA 50 and Karnovsky, dehydrated and embedded in histological resin. The material was sectioned to about six micrometres and stained with toluidine blue. All species of *Cassia* present the anatropous, bitegmic, and crassinucellate ovules with zigzag micropile. They also show the outer epidermis of the outer integument containing phenolic compounds. All species had an archesporial cell that directly originates a megaspore mother cell. Some ovules of *C. fistula* and *C. javanica* present two archesporial cells originating two megaspore mother cells. All three species possess linear tetrad of megaspores. However, *C. grandis* and *C. javanica* also presented tetrad in □ and *C. fistula* presented oblique-linear tetrad. Despite the differences in sporogenesis, all species had only one *Polygonum*-type megagametophyte. The embryology in *Cassia* was similar to that already described for Caesalpinioideae. The only feature distinguishing *Cassia* from the other Cassiinae was the phenolic ovule outer epidermis, which appears as a possible apomorphy for the genus.

**Keywords:** Cassiinae, embryology, Leguminosae, megasporogenesis

## INTRODUÇÃO

Leguminosae Juss. é a terceira maior família entre as angiospermas depois de Orchidaceae Juss. e Compositae Giseke., composto por mais de 700 gêneros e 19.000 espécies com uma distribuição ampla por todo planeta (Lewis et al. 2005). Segundo Judd et al. (1999), Leguminosae é dividida em três subfamílias: Caesalpinioideae Candolle; Papilionoideae Candolle; e Mimosoideae Candolle. A subfamília Caesalpinioideae é composta por cerca de 160 gêneros e mais de 3.000 espécies, com distribuição predominante tropical (Lewis et al. 2005). Esta subfamília é reconhecida pelo seu hábito arbustivo e arbóreo, com folhas alternas e compostas com presença de estípulas, as flores apresentam simetria zigomorfa, são diclamídeas, pentâmeras, com cálice e corola livres desde a base e seu fruto do tipo legume (Waston & Dallwitz, 1992).

A subtribo Cassiinae apresenta três gêneros, resultantes da subdivisão de *Cassia sensu lato*, gerando *Cassia sensu stricto*, *Chamaecrista* Moench. e *Senna* Mill. (Irwin & Barneby, 1981). O gênero *Cassia sensu stricto* possui cerca de 30 espécies de distribuição circuntropical (América, África, Madagascar, Ásia, Malásia e Austrália). Esta divisão foi proposta em 1981 e as relações entre os gêneros resultantes ainda não é bem entendida. Análises moleculares realizadas por Doyle et al. (1997, 2000) e Kajita et al. (2001), indicam *Chamaecrista* e *Senna* como grupo irmãos e *Cassia* como sendo grupo não monofilético. Porém, análises das estruturas morfológicas apontam semelhanças e divergências entre os três gêneros (Irwin & Barneby, 1981). O gênero *Chamaecrista* apresenta inflorescências com variações entre os o número de flores, sésseis ou pediceladas, com a presença de duas bractéolas terminais ou medianas; as pétalas são amarelas, às vezes marcadas com vermelho, sendo a vexilar mantida internamente no botão; o androceu tem de dois a dez estames funcionais organizados de forma desigual na flor e anteras com deiscência apical (Irwin & Barneby, 1981). O gênero *Senna* possui inflorescências do tipo racemo ou corimbo, variando o número de flores; o seu pedicelo não possui brácteas; as pétalas podem ser amarelas ou raramente brancas, as flores apresentam simetria subsigomorfas ou heteromórficas, sendo o vexilo encontrado mais

internamente no botão; o androceu tem de cinco a dez estames, todos funcionais e anteras com deiscência apical. O gênero *Cassia* é caracterizado por possuir inflorescências dispostas em racemos axilares com grande número de flores; suas pétalas podem ter colocação amarela, rosas ou vermelhas com simetria subzigomorfas, sendo o vexilo interno no botão; seu pedicelo possui duas bractéolas na base; o androceu decâmero com estames e estaminódios, com maior concentração de estames na face inferior da flor e anteras com formato sigmoide com deiscência apical, sendo essas características morfológicas que sustentam a divisão proposta por Irwin & Barneby (1981).

A embriologia é uma área da botânica que teve início com com a investigação de estames por Grew (1682). Amici (1824) descobriu por acidente a formação do tubo polínico quando observava o estigma de uma planta que estava coberta de pelos. Em seguida os estudos sobre embriologia por Schleiden (1837), desvendaram o papel do tubo polínico na fecundação e Hofmeister (1847) descobriu a natureza e desenvolvimento dos gametas masculinos e femininos (Maheshwari 1950). A utilização da embriologia para resolver problemas taxonômicos não foi o principal objetivo, mas a partir de Davis (1966) e Johri et al. (1992) a embriologia comparada ganhou mais destaque devido a homogeneidade de seus processos em determinados grupos taxonômicos. Em um levantamento realizado por De-Paula & Oliveira (2012), constatou-se que os estudos embriológicos realizados em *Cassia sensu lato* tratavam-se na maioria de *Senna* e *Chamaecrista* e que o desenvolvimento do óvulo de *Cassia sensu stricto* é conhecida somente em *Cassia roxburghii* DC. (= *Cassia marginata* Roxb., Pantulu 1945) e a morfologia do óvulo de *Cassia ferruginea* (Schrad.) DC. (De-Paula & Oliveira 2007c).

Neste trabalho foram selecionadas espécies de *Cassia*, para verificar se existem diferenças embriológicas, com intuito de levantar dados que possam contribuir para a classificação de Caesalpinioideae, para conseguir formar um padrão dentro da subfamília.

## MATERIAL E MÉTODOS

Ramos férteis de *Cassia grandis* L.f., *Cassia fistula* L. e *Cassia javanica* L., foram coletadas no perímetro urbano do município de Uberlândia, Minas Gerais. Parte do material passou por processo de herborização para ser incorporado ao *Herbarium Uberlandense* (HUFU), no Campus Umuarama, com número de registro 76.219 para *C. fistula* e 76.220 para *C. javanica*. O processo de herborização consiste na desidratação do material, colocando-o dentro de um jornal para que a umidade seja absorvida. As amostras foram colocadas em estufa de 60 a 70°C num período de 7 a 14 dias.

Para o estudo anatômico foram coletadas flores em diferentes estágios de desenvolvimento, os ovários foram medidos em papel milimetrado e separadas por tamanhos para diferenciar os estágios de desenvolvimento. O material foi fixado em Karnovsky (Karnovsky, 1965) por 48 horas e desidratado gradualmente e conservado em álcool etílico 50% (Berlyn & Miksche, 1976). Conforme o protocolo do fabricante, as amostras passaram por desidratação em série etílica e inclusão em metacrilato (Leica®).

As amostras foram seccionadas em micrótomo rotativo para obter séries transversais e longitudinais com 6 a 8µm de espessura. O material seccionado foi corado com azul de toluidina 0,05% em tampão acetato com pH 4,7 (O'Brien et al. 1964 modificado) e montadas com resina sintética em lâminas permanentes. As lâminas foram analisadas em um fotomicroscópio de luz e as regiões mais importantes e representativas foram gravadas digitalmente. As imagens foram organizadas em pranchas usando Adobe Photoshop®.

Os resultados foram descritos ontogenicamente e o desenvolvimento do óvulo seguiu a classificação de Johri et al. (1992).

## RESULTADOS

Os óvulos de *Cassia* desenvolvem-se a partir da camada dérmica e subdérmica (Fig.

1a). O tegumento interno forma-se primeiro e tem origem epidérmica (Fig. 1b–d). O tegumento externo forma-se após o tegumento interno e tem origem epidérmica na parte mais distal e subepidérmica na sua parte mais proximal (Fig. 1b–d). O tegumento externo apresenta de três a quatro camadas de células e as células da epiderme externa apresentam citoplasma contendo compostos fenólicos (Fig. 1e). O tegumento interno apresenta de duas a três camadas de células sem compostos fenólicos (Fig. 1e). O óvulo é vascularizado por um feixe vascular que percorre a rafe e termina na calaza (Fig. 1e). No final do desenvolvimento, óvulos são anátropos (Fig. 1f). A micrópila é formada pelo fechamento de ambos tegumentos, mas a exóstoma e a endóstoma não coincidem (Fig. 1f).

No nucelo uma ou duas células aumentam de volume e constituem as células arquesporais (Fig. 1b, 2a–b). As células arquesporais aumentam de tamanho e constituem as células mãe de megásporos (Fig. 2c–d). Estas por sua vez, passam por meiose originando díades (Fig. 2e) e posteriormente tétrades que pode estar organizadas de diferentes formas (Fig. 2f–h). Todas as espécies apresentaram as tétrades lineares (Fig. 2f). Entretanto, *C. fistula* também apresentou tétrades obliquo-lineares (Fig. 2g) e em *C. grandis* e *C. javanica* foram observadas tétrades em forma de □ (Fig. 2h). Desta tétrade, os três megásporos micropilares degeneram e somente o megásporo calazal permanece funcional (Fig. 2i).

O megásporo funcional passa por três cariocineses sucessivas (Fig. 3a–b), formando um célula com oito núcleos (Fig. 3b). Desses, três ficam na porção calazal, dois no centro e três na porção micropilar (Fig. 3b). Os calazais celularizam formando as antípodas (Fig. 3c). Os centrais constituirão os núcleos polares da célula central (Fig. 3d). Os micropilares também celularizam e constituem uma oosfera central (Fig. 3d) e duas sinérgides laterais (Fig. 3e) configurando um megásporo do tipo *Polygonum*.

## DISCUSSÃO

Os óvulos de *Cassia fistula*, *C. grandis* e *C. javanica* são anátropos, como em *C. roxburghii* DC. (Pantulu 1945) e *C. ferruginea* (Schrad.) DC. (De-Paula & Oliveira 2007). Os resultados encontrados neste estudo também são similares aos outros gêneros da subtribo Cassiinae como em *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip., *Ch. flexuosa* (L.) Greene, *Ch. nictitans* (L.) Moench (De-Paula & Oliveira, 2012), *Ch. rotundifolia* (Pers.) Greene, *Ch. serpens* (L.) Greene (De-Paula & Oliveira 2007a, b), *Senna obtusifolia* (L.) H.S.Irwin & Barneby, *S. occidentalis* (L.) Link, *S. siamea* (Lam.) H.S.Irwin & Barneby, *S. sulfurea* (Collad.) H.S.Irwin & Barneby, *S. surattensis* (Burm.f.) H.S.Irwin & Barneby (Pantulu 1945), *S. corymbosa* (Lam.) H.S.Irwin & Barneby (Rodriguez-Pontes 2007), *S. multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby e *S. rugosa* (G.Don) H.S.Irwin & Barneby (De-Paula & Oliveira, 2007c). Em Caesalpinioideae, assim como em Cassiinae, os óvulos são anátropos. Em Mimosoideae os óvulos são anátropos, campilótropos ou anfítropos. Em Papilionoideae, os óvulos podem ser anátropos, hemianátropos, anfítropos ou campilótropos (Johri et al. 1992).

Os óvulos das espécies estudadas de *Cassia* são bitegumentados, assim como de *C. roxburghii* DC. (Pantulu 1945), *C. ferruginea* (Schrad.) DC. (De-Paula & Oliveira 2007c), *Chamaecrista* (De-Paula & Oliveira 2007a, b; De-Paula & Oliveira 2012), *Senna* (Pantulu 1945; De-Paula & Oliveira, 2007; Rodriguez-Pontes 2007) e outras Leguminosae (Johri et al. 1992). Nas espécies estudadas, o tegumento interno forma-se primeiro que o externo, entretanto o externo recobre o interno no final do desenvolvimento e ambos formam a micrópila como referido anteriormente. *Cassia roxburghii* apresentou o mesmo padrão de desenvolvimento, assim como em *S. obtusifolia*, *S. occidentalis*, *S. siamea*, *S. sulfurea* e *S. surratensis* (Pantulu 1945). O desenvolvimento dos tegumentos é pouco abordado em trabalhos de embriologia (Johri et al. 1992).

A micrópila de *Cassia* é em zigue-zague, ou seja, o poro formado pelos tegumentos externos e internos não coincidem. *Cassia roxburghii* DC. (Pantulu 1945), *C. ferruginea* (Schrad.)

DC. (De-Paula & Oliveira 2007c), *Chamaecrista* (De-Paula & Oliveira 2007a, b; De-Paula & Oliveira 2012) e *Senna* (Pantulu 1945; De-Paula & Oliveira, 2007c; Rodriguez-Pontes 2007) também apresentaram esse tipo de micrópila. Essa é uma característica comum entre as Caesalpinioideae e Papilionoideae. Em Mimosoideae, a micrópila é formada somente pelo tegumento externo (Johri et al. 1992).

As espécies estudadas apresentaram óvulos crassinucelados, assim como as outras Cassiinae (Pantulu 1945; De-Paula & Oliveira, 2007c; Rodriguez-Pontes 2007; De-Paula & Oliveira, 2012) e outras Leguminosae (Johri et al. 1992). Em *C. grandis* foi observado apenas uma única célula arquesporial, conseqüentemente uma única célula mãe de megásporo. Porém em *C. fistula* e *C. javanica*, foram observadas duas arquesporais, gerando duas células mãe de megásporo. Este fato já havia sido relatado para Cassiinae em *S. surattensis* e *S. siamea* (Pantulu 1945). Embora alguns óvulos tenham apresentado duas células mãe, não foram encontrados dois megagametófitos em nenhum óvulo. Após a meiose, as tétrades de megásporos em *C. fistula*, *C. grandis* e *C. javanica* são lineares. Porém, foram observados óvulos com tétrades com forma □ em *C. grandis* e *C. javanica*, e tétrades oblíquo-lineares em *C. fistula*. Em espécies do gênero *Senna*, estudadas em apresentaram predominantemente tétrades lineares megásporo (Pantulu 1945). Apenas *Senna surattensis* apresentou tétrades em divisão oblíquo-lineares, além da linear (Pantulu 1945). A organização das tétrades são bastante variáveis em Leguminosae. Caesalpinioideae e Mimosoideae apresentam tanto lineares ou em T. Em Papilionoideae, as tétrades podem ser, além de lineares ou em T, oblíquo-lineares ou em □ (Johri et al. 1992).

Tanto nas espécies estudadas de *Cassia*, quanto em *C. roxburghii*, *S. obtusifolia*, *S. occidentalis*, *S. polyphylla*, *S. siamea* e *Senna surattensis*, o megásporo funcional é o calazal (Pantulu, 1945). Nas subfamílias de Leguminosae, como Mimosoideae e Papilionoideae e outros gêneros de Caesalpinioideae o megásporo funcional também é o calazal (Johri et al. 1992). *Cassia fistula*, *C. grandis* e *C. javanica* apresentaram megagametófito do tipo *Polygonum*. O mesmo tipo

de desenvolvimento também em *C. roxburghii*, *S. obtusifolia*, *S. occidentalis*, *S. polyphylla*, *S. siamea* e *S. surattensis* (Pantulu 1945). Os megásporos funcionais scalcizados, que se desenvolvem no óvulo tipo *Polygonum* (Johri et al. 1992). Raros são os relatos de megagametófitos monosporicos do tipo *Oenothera* como encontrado em *Laburnum anagyroides* e *Pongamia* (Rembert 1966; Ojeaga & Samyaulu 1970) e bispóricos do tipo *Allium* como em e *Vigna unguiculata* (Ojeaga & Samyaulu 1970).

Em suma, *Cassia* apresentou os óvulos anátropos, bitegmentados, crassinucelados e micrópila em zigue-zague, tétrades lineares (raramente oblíquo-lineares ou em □) e megagametófito do tipo *Polygonum*. A embriologia de *Cassia* foi similar ao que já foi descrito para Cassiinae, Caesalpinioideae e de uma forma geral para Leguminosae. A única característica que distingue *Cassia* dos demais gêneros de Cassiinae foi a epiderme externa do óvulo fenólica, que surge como um possível apomorfia para o gênero.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

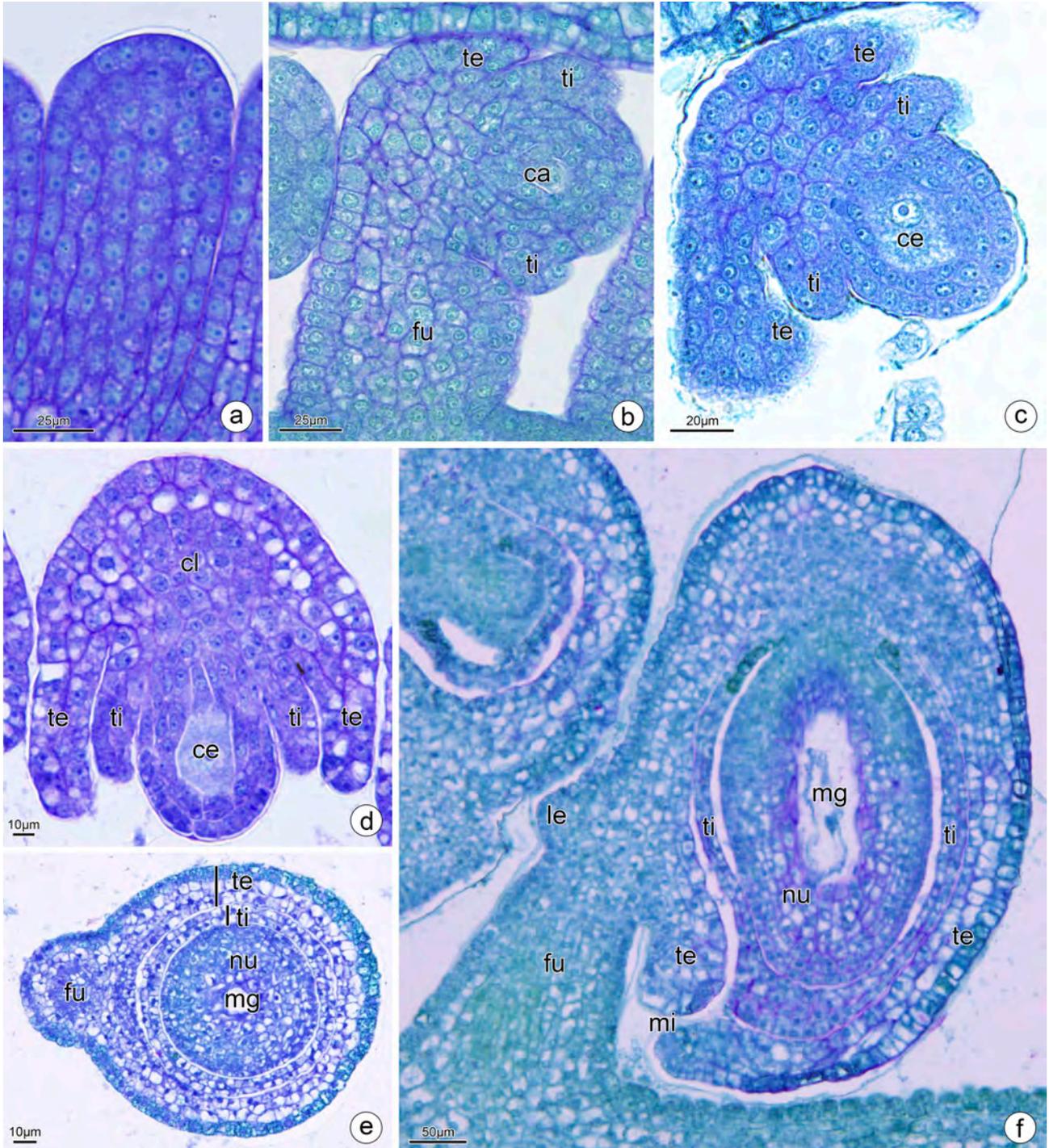
- AMICI, G.B. Observations microscopiques sur diverses especes de plantes. **Ann. Des Sci. Nat. Bot.** 2, 1824. p. 41–70; 211–248.
- BERLYN, G.P.; MIKSCHE, J.P. **Botanical microtechnique and cytochemistry**. Iowa, Iowa State University Press, Ames, 1976.
- DAVIS, G.L. **Systematic Embryology of the Angiosperms**. New York: John Wiley & Sons, 1966.
- DE-PAULA, O.C.; OLIVEIRA, D.M.T. Anatomia da região sub-hilar de sementes de três espécies de *Chamaecrista* Moench (Fabaceae: Caesalpinioideae). **Rev. Bras. Bioci.** 5(s1), 2007a, p. 345–347.
- DE-PAULA, O.C.; OLIVEIRA, D.M.T. Ocorrência de coleteres em embriões de três espécies de *Chamaecrista* Moench (Fabaceae: Caesalpinioideae). **Rev. Bras. Bioci.** 5(s1), 2007b, p. 348–350.

- DE-PAULA, O.C.; OLIVEIRA, D.M.T. Variação da estrutura carpelar em seis espécies de Cassiinae (Leguminosae: Caesalpinioideae). **Acta Bot. Bras.** 21, 2007c, p. 915–925.
- DE-PAULA, O.C.; OLIVEIRA, D.M.T. Multiple pleurograms in *Chamaecrista* Moench (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Bot. J. Linn Soc.** 157, 2008, p. 487–492
- DE-PAULA, O.C.; OLIVEIRA, D.M.T. Seed ontogeny of *Chamaecrista* and its systematic implications in Cassiinae (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Plant Syst. Evol.** 298, 2012, p. 1659–1669.
- DOYLE, J.J.; CHAPPILL, J.A.; BAILEY, C.D.; KAJITA, T. **Towards a comprehensive phylogeny of legumes: evidence from rbcL sequences and non-molecular data.** In: Herendeen PS, Bruneau A (eds) *Advances in legume systematics*, vol 9. Kew Publishing, Kew, 2000, pp 1–20.
- DOYLE, J.J.; DOYLE, J.L.; BALLENGER, J.A.; DICKSON, E.E.; KAJITA, T.; OHASHI, H. A phylogeny of the chloroplast gene rbcL in the Leguminosae: taxonomic correlations and insights into the evolution of nodulation. **Am. J. Bot.** 84, 1997, p. 541–554.
- GREW, N. **The Anatomy of Plants.** London, 1682.
- HOFMEISTER, W. Untersuchungen des Vorgang bei der Befruchtung der Oenotheren. **Bot. Ztg.** 5, 1847, p. 785–792.
- IRWIN, H.S.; BARNEBY, R.C.. **Cassieae.** In R. M. Polhill and P. H. Raven [eds.], **Advances in legume systematics, part 1**, Royal Botanic Gardens, Kew, 1981, pp 97–106.
- JOHRI, B.M.; AMBEGAOKAR, K.B.; SRIVASTAVA, P.S. **Comparative embriology of angiosperms.** Berlin: Springer-Verlag, 1992.
- JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOG, E.A.; STEVENS, P.F. **Plant Systematics: A phylogenetic approach.** Sunderland, Sinauer Associates, 1999.

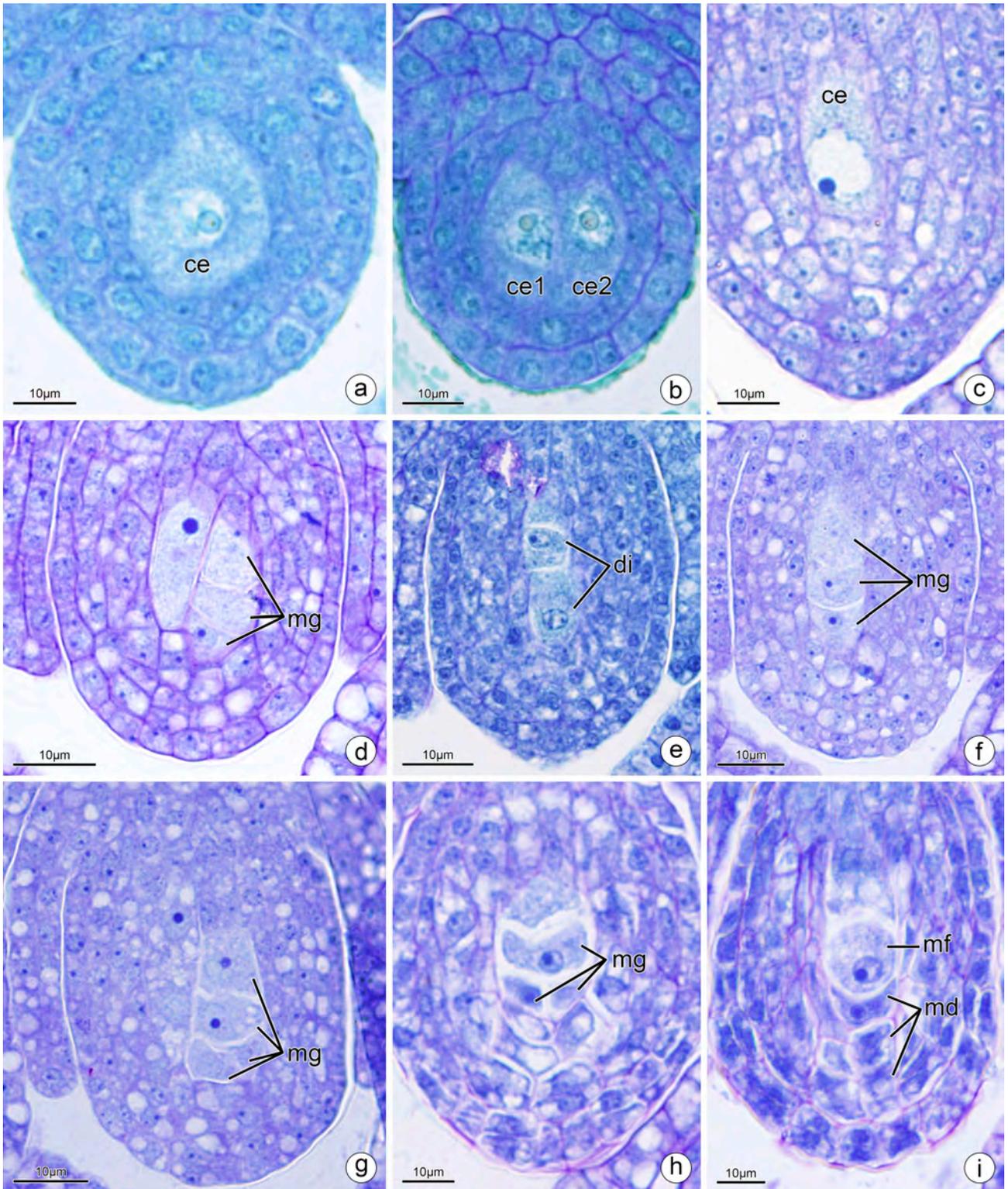
- KAJITA, T.; OHASHI, H.; TATEISHI, Y.; BAILEY, C.D.; DOYLE, J.J. rbcL and legume phylogeny, with particular reference to Phaseoleae, Millettieae, and allies. **Syst. Bot.** 26, 2001, p. 515–536.
- KARNOVSKY, M.J.A. Formaldehyde glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. **J. Cell Biol.** 27, 1965, p. 137–138.
- LEWIS, G.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. **Legumes of the world**. Kew, Royal Botanic Gardens, 2005.
- MAHESHWARI, P. **An introduction to the embryology of angiosperms**. London: McGraw-Hill Book Company, 1950.
- O'BRIEN, T.P.; FEDER, N.; McCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma** 59, 1964, 368–373
- OJEAGA, O.O.; SAMYAOLU, M.O. Ovule formation and embryo development in persisting and abortive fruits of the cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Niger. J. Sci.** 4, 1970, 31–40.
- PANTULU, J.V. Studies in the Caesalpinioideae. I. A contribution to the embryology of the genus *Cassia*. **J. Indian. Bot. Soc.** 24, 1945, p. 10–24
- REMBERT Jr, D.H. Comparative megasporogenesis in Caesalpinaceae. **Bot. Gaz.** 130, 1969, p. 47–52.
- RODRIGUEZ-PONTES, M. Development of megagametophyte, embryo, and seed in *Senna corymbosa* (Lam.) H.S. Irwin Barneby (Leguminosae—Caesalpinioideae). **Bot. J. Linn. Soc.** 153, 2007, p. 169–179
- SCHLEIDEN, M.J. Einige Blicke auf die Entwicklungsgeschichte des vegetabilischen Organismus bei den Phanerogamen. **Arch. Bwl. Naturgeschichte** III, 1, 1837, p. 289–320.
- WATSON, L.; DALLWITZ, M.J. **The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval**, 1992. Disponível em <<http://biodiversity.uno.edu/delta/>> Acesso: 28/06/2013

## **ILUSTRAÇÕES**

**Figura 1.** Secções longitudinais (a–d, f) e Secção transversal (e) de óvulos de *Cassia*. **a.** Primórdio do óvulo. **b–c.** Início da formação do tegumento interno e externo pela camada dérmica. **d.** Óvulo em estagio tardio com a presença dos tegumentos desenvolvidos. **e.** O óvulo bitegmentado, o tegumento externo apresenta de três a quatro camadas de células e camada mais externa apresenta compostos fenólicos, o tegumento interno apresenta de duas a três camadas de células. **f.** O óvulo com curvatura anátropo, placentação parietal e crassinucelado. A micrópila é formada por ambos tegumentos, mas a exóstoma e a endóstoma não coincidem. **ca:** célula arquesporial, **ce:** célula mãe de megásporo, **cl:** calaza, **fu:** funículo, **le:** lente, **mg:** megagametofito, **mi:** micrópila, **nu:** nucelo, **te:** tegumento externo, **ti:** tegumento interno.



**Figura 2.** Secções longitudinais (a–i) de óvulos de *Cassia*. **a.** A célula arquesporial com citoplasma granuloso e nucléolo aparente. **b.** Óvulos com duas células arquesporial. **c.** Célula mãe de megásporo **d.** Duplicidade em células mãe de megásporo. **e.** Uma díade originada pela célula mãe de megásporo. **f.** Tétrade com divisão linear dos megásporos. **g.** Tétrade com divisão oblíqua dos megásporos. **h.** Tétrade com divisão em forma de T dos megásporos. **i.** Megásporo funcional, com três megásporos micropilares degenerados e somente o megásporo calazal funcional. **ce:** célula mãe de megásporo, **di:** díade, **md:** megásporo degenerados, **mf:** megásporo funcional, **mg:** megagametofito.



**Figura 3.** Secções longitudinais de óvulos de *Cassia*. **a.** Óvulo com duas células, uma localizada no polo micropilar e outra no polo calazal separadas por um grande vacúolo. **b.** Saco embrionário com oito núcleos. **c.** Três dos oito núcleos migram para o polo calazal formando as antípodas. **d.** Célula binucleada na porção média do saco embrionário, denominando núcleos polares. No polo micropilar se encontra três núcleos sendo um se diferenciando em oosfera. **e.** E as duas restantes sendo as sinérgides. **an:** antípodas, **cc:** célula central, **n:** núcleo, **oo:** oosfera, **si:** sinérgides.

