



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**ANATOMIA FOLIAR COMPARADA DE QUATRO ESPÉCIES DE  
*Passiflora* L.(PASSIFLORACEAE) INFECTADAS PELO VÍRUS DO  
ENDURECIMENTO DOS FRUTOS DO MARACUJAZEIRO**

NAIRA COSTA SOARES BARBOSA

Salvador, Bahia  
2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**ANATOMIA FOLIAR COMPARADA DE QUATRO ESPÉCIES DE  
*Passiflora* L.(PASSIFLORACEAE) INFECTADAS PELO VÍRUS DO  
ENDURECIMENTO DOS FRUTOS DO MARACUJAZEIRO**

NAIRA COSTA SOARES BARBOSA

TCC apresentado ao Instituto de Biologia da  
Universidade Federal da Bahia como exigência  
para obtenção do grau de Bacharel em Ciências  
Biológicas

Orientadora: Profa. Dra. Kelly Regina Batista Leite

Salvador, Bahia  
2013

Data da defesa: 29 de agosto de 2013

Banca Examinadora



---

**Profa. Dra. Kelly Regina Batista Leite**  
**Instituto de Biologia – Universidade Federal da Bahia**



---

**Dra. Cristiane de Jesus Barbosa**  
**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Mandioca e Fruticultura**



---

**Profa. Msc. Léa Maria dos Santos Lopes Ferreira**  
**Centro Universitário Jorge Amado**

## RESUMO

A família Passifloraceae apresenta várias espécies de grande importância ecológica e econômica. No Brasil, o maracujá amarelo, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg., é a principal espécie cultivada e comercializada. Um dos maiores problemas enfrentados pelos produtores são as doenças causadas por vírus, bactérias e fungos, sendo o endurecimento dos frutos, causado pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus*, ou pelo Passionfruit woodiness virus, a principal delas. A virose caracteriza-se por alterações nas folhas, como mosaico e bolhosidades, e diminuição da qualidade dos frutos, havendo endurecimento, redução do pericarpo e da produtividade. Entre as espécies silvestres de *Passiflora*, algumas apresentam maior resistência ao vírus, tendo menor comprometimento quando infectadas, podendo assim contribuir para o aumento da resistência dos cultivares comerciais por meio de hibridações interespecíficas, devendo-se para tanto, conhecer quais as características estão relacionadas à resistência e à suscetibilidade. Os estudos anatômicos podem servir como ferramenta para a identificação destas características. Este trabalho teve como objetivo, através de análises histológicas das folhas, identificar as características relacionadas a resistência e suscetibilidade ao vírus em quatro espécies de *Passiflora*: *P. edulis* f. *flavicarpa* (cultivada), *P. cincinnata*, *P. gibertii* e *P. setacea* (silvestres). Para isso foram feitas avaliações anatômicas de plantas infectadas e sadias, das quatro espécies. As superfícies foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura. Para a confecção das lâminas semi-permanentes, fez-se cortes paradérmicos do limbo, e transversais do limbo e pecíolo, que foram clarificados e corados com safranina alcóolica 1% e azul de Astra + safranina (9:1), respectivamente. Avaliou-se as plantas qualitativamente, pela observação das lâminas, e quantitativamente, através da mensuração da espessura das epidermes, dos parênquimas, da espessura total do limbo e da densidade estomática. Com os dados obtidos, realizou-se o teste T, comparando plantas infectadas com plantas sadias, em cada espécie. Observou-se nas espécies silvestres, deposição de cera epicuticular cristalóide, ausente na espécie cultivada. As análises qualitativas mostraram que das espécies silvestres, *P. gibertii* foi a espécie menos impactada. Porém, as análises quantitativas, revelaram menores diferenças entre os indivíduos infectados em relação aos sadios para *P. setacea*. As espécies *P. gibertii* e *P. setacea* foram identificadas como mais resistentes ao vírus.

**Palavras-chave:** Passifloraceae; maracujá; anatomia foliar; endurecimento dos frutos do maracujazeiro.

## ABSTRACT

The Passifloraceae family features several species of great ecological and economic importance. In Brazil, yellow passionfruit, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg., is the main species cultivated and marketed. One of the biggest problems faced by producers are the diseases caused by viruses, bacteria and fungi, and passion-fruit woodiness disease, caused by *Cowpea aphid borne mosaic virus*, or by *Passion fruit woodiness virus*, the main one. The disease is characterized by changes in the leaves as mosaic and blistering, and decreased quality of fruits, with woodiness, reducing pericarp and productivity. Among the wild species of *Passiflora*, some have greater resistance to the virus, with less involvement when infected and can thus contribute to the increased resistance of commercial cultivars through interspecific hybridizations, and one should therefore, know what characteristics are related to resistance and susceptibility. Anatomical studies can serve as a tool for the identification of these features. This study aimed, through histological analyzes of leaves, identify the characteristics related to resistance and susceptibility to the virus in four species of *Passiflora*: *P. edulis* f. *flavicarpa* (cultivated), *P. cincinnata*, *P. gibertii* and *P. setacea* (wild). Were evaluated for this anatomical infected and healthy plants of the four species. The surfaces were analyzed by scanning electron microscopy. To make the semi permanent slides, made up of cuts paradermal limbo, and the transverse blades and petioles, which were cleared and stained with 1 % safranin alcoholic and Astra blue + safranin (9:1), respectively. The plants were assessed qualitatively by observing the strip, and quantitatively by measuring the thickness of the epidermis, the parenchyma, the total thickness of the lamina and stomatal density. With the data obtained, there was the T test comparing infected plants to healthy plants in each specie. Observed in wild species, deposition of epicuticular wax crystalloids, absent in the cultivated specie. Qualitative analyzes showed that wild species, *P. gibertii* was the least impacted. However, quantitative analysis revealed minor differences between infected individuals compared to healthy for *P. setacea*. The species *P. gibertii* and *P. setacea* have been identified as the most resistant virus.

**Key-words:** Passifloraceae, passion fruit, leaf anatomy, passionfruit woodiness disease.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me dado forças e meios para que eu pudesse chegar até aqui.

A minha família, principalmente a minha mãe, Eliene Costa pelo apoio e incentivo que tem me dado durante todo o curso.

A Cristiane Barbosa, coordenadora das pesquisas no Rede Passiflora da Bahia: Estudos biotecnológicos e de manejo sustentável da virose e fusariose do maracujazeiro, e à equipe da Embrapa, pela oportunidade de atuar neste projeto.

A minha orientadora, Kelly Regina, e aos professores Lazaro Benedito e Sheila Rezende, por todos os ensinamentos, durante a minha Iniciação Científica.

A todos os professores que tanto contribuíram para a minha formação profissional.

Ao pessoal do LAVIM, especialmente a Marcelo Silva, por todas as dicas e contribuições, a Cássia Cristina, Noélia Costa, Eduardo Reis e Weliton Maik, que tornaram os momentos de trabalho (e descontração) tão agradáveis.

Aos amigos e colegas de curso, principalmente a Roseane Vieira, Nanda Lima, Vanderson Costa e a todos os outros que estiveram presentes, tão importantes nesta (difícil) fase que é a graduação.

Obrigada a todos vocês!

## ÍNDICE

|   |       |
|---|-------|
| RESUMO  |       |
| ABSTRACT  |       |
| AGRADECIMENTOS.....   | (i)   |
| ÍNDICE.....   | (ii)  |
| ÍNDICE DAS FIGURAS.....   | (iii) |
| ÍNDICE DAS TABELAS.....   | (v)   |
| 1. INTRODUÇÃO.....  | 1     |
| 2. OBJETIVOS.....   | 5     |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS.....  | 6     |
| 3.1 Coleta do material.....   | 6     |
| 3.2 Análises sob microscopia óptica (MO).....   | 6     |
| 3.3 Análises sob microscopia eletrônica de varredura (MEV).....   | 7     |
| 3.4 Análises quantitativas.....   | 7     |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 8     |
| 4.1 Descrição morfológica.....  | 8     |
| 4.2 Descrição anatômica das folhas sadias.....  | 8     |
| 4.3 Descrição anatômica das folhas infectadas pelo vírus do endurecimento dos<br>frutos do maracujazeiro..... | 10    |
| 4.4 Análises quantitativas.....   | 13    |
| 5. CONCLUSÕES.....  | 16    |
| 6. REFERÊNCIAS.....   | 17    |

## ÍNDICE DAS FIGURAS

- Figura 1.** *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. A. Hábito. B. Flor. C. Folhas de planta sadia. D. Fruto. E-H: Folhas de plantas infectadas pelo vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, apresentando sintomas. E. Bolhosidades. F. Mosaico e bolhosidades. G. Mosaico. H. Deformações e bolhosidades. Fotos: Naira C. S. Barbosa.....23
- Figura 2.** *Passiflora cincinnata* Mast. A. Hábito. B. Flor. C-D. Fruto. E. Folha de planta infectada pelo vírus do endurecimento dos frutos, apresentando mosaico. Fotos: Naira C. S. Barbosa.....23
- Figura 3.** *Passiflora gibertii* DC. A. Hábito. B. Flor. C. Folhas e flores. D. Fruto. E. Folha de planta infectada pelo vírus do endurecimento dos frutos, apresentando mosaico. Fotos: Naira C. S. Barbosa.....24
- Figura 4.** *Passiflora setacea* N.E.Br. A. Ramo com folhas e flores. B. Flor. C-D. Fruto. E. Folha de planta infectada pelo vírus do endurecimento dos frutos, apresentando mosaico. Fotos: Naira C. S. Barbosa.....24
- Figura 5.** Fotomicrografias da superfície abaxial sob microscopia eletrônica de varredura (MEV) das espécies de *Passiflora*, mostrando as plantas sadias e infectadas pelo vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, respectivamente. A-B. *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. C-D. *P. cincinnata* Mast. E-F. *P. gibertii* N.E.Br. G-H. *P. setacea* DC. Barra: 10 µm.....25
- Figura 6.** Superfícies foliares de plantas sadias de espécies de *Passiflora*, adaxial e abaxial, respectivamente, sob microscopia óptica (MO). A-B. *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. C-D. *P. cincinnata* Mast. E-F. *Passiflora gibertii* N.E.Br. G-H. *Passiflora setacea* DC. Barra: 100µm.....26
- Figura 7.** Superfícies adaxiais das folhas de *Passiflora* sadias e infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, respectivamente. A-B. *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. C-D. *P. cincinnata* Mast. E-F. *P. gibertii* N.E.Br. G-H. *P. setacea* DC. Barra: 100µm.....27
- Figura 8.** Superfícies abaxiais das folhas de *Passiflora* sadias e infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, respectivamente. A-B. *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. C-D. *P. cincinnata* Mast. E-F. *P. gibertii* N.E.Br. G-H. *P. setacea* DC. Barra: 100µm.....28
- Figura 9.** Seções transversais da lâmina foliar das folhas de *Passiflora* sadias e infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, respectivamente.

A-B. *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. C-D. *P. cincinnata* Mast. E-F. *P. gibertii* N.E.Br. G-H. *P. setacea* DC. Estômatos indicados por setas. Barra: 100µm.....29

**Figura 10.** Seções transversais da lâmina foliar, região da nervura central, das folhas de *Passiflora* sadias e infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, respectivamente. A-B. *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. C-D. *P. cincinnata* Mast. E-F. *P. gibertii* N.E.Br. G-H. *P. setacea* DC. Barra: 100µm.....30

**Figura 11.** Seções transversais do pecíolo das folhas de *Passiflora* sadias e infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, respectivamente. A-B. *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. C-D. *P. cincinnata* Mast. E-F. *P. gibertii* N.E.Br. G-H. *P. setacea* DC. Barra: 100µm.....31

**Figura 12.** Detalhes das seções transversais das folhas de *Passiflora*. A-C. Detalhes da nervura principal com presença de tricomas. A. *P. edulis* f. *flavicarpa* Deg. B. *P. cincinnata* Mast. C. *P. setacea* DC. D. *P. gibertii* N.E.Br: detalhe da epiderme superior mostrando a cutícula espessa sobre a epiderme. E-F. *P. edulis* f. *flavicarpa*. E. Detalhe da epiderme inferior mostrando estômato ao nível das demais células. F. Feixe vascular da nervura principal com presença de drusas (setas). G. *P. setacea* DC. Feixes vasculares do pecíolo com presença de drusas (setas). Barra: 50µm.....32

**Figura 13.** Seções transversais de folhas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, mostrando detalhes das alterações anatômicas causadas pelo vírus. A-B. *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.: seções do mesofilo com células do parênquima esponjoso hipertrofiadas (setas). C-D. Detalhes do mesofilo mostrando regiões de depressão no limbo (setas). C. *P. cincinnata* Mast.. D. *P. setacea* DC. E. *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.: nervura central do limbo, mostrando a desorganização dos feixes vasculares. Barra: 100µm.....33

**Figura 14.** Espessura da epiderme superior (µm), para as quatro espécies de *Passiflora* analisadas, comparando as plantas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, com as plantas sadias. Valores médios e barras de erro com desvio padrão.....35

**Figura 15.** Espessura da epiderme inferior (µm), para as quatro espécies de *Passiflora* analisadas, comparando as plantas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, com as plantas sadias. Valores médios e barras de erro com desvio padrão.....35

**Figura 16.** Espessura do parênquima paliçádico (µm), para as quatro espécies de *Passiflora* analisadas, comparando as plantas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, com as plantas sadias. Valores médios e barras de erro com desvio padrão.....36

**Figura 17.** Espessura do parênquima esponjoso ( $\mu\text{m}$ ), para as quatro espécies de *Passiflora* analisadas, comparando as plantas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, com as plantas sadias. Valores médios e barras de erro com desvio padrão.....36

**Figura 18.** Espessura do limbo ( $\mu\text{m}$ ), para as quatro espécies de *Passiflora* analisadas, comparando as plantas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, com as plantas sadias. Valores médios e barras de erro com desvio padrão.....37

**Figura 19.** Densidade estomática (por  $\text{mm}^2$ ), para as quatro espécies de *Passiflora* analisadas, comparando as plantas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, com as plantas sadias. Valores médios e barras de erro com desvio padrão.....37

## ÍNDICE DAS TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1.</b> Valores médios e desvio padrão das variáveis anatômicas mensuradas nas quatro espécies de <i>Passiflora</i> , obtidas em plantas sadias e infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro..... | 34 |
|---|----|

## 1. INTRODUÇÃO

A família Passifloraceae possui distribuição pantropical, incluindo cerca de 20 gêneros e 600 espécies (SOUZA; LORENZI, 2008), sendo o Brasil um dos principais centros de diversidade, com mais de 150 espécies nativas (VASCONCELOS, 2005). O gênero *Passiflora* é o mais representativo da família, incluindo cerca de 400 espécies (JUDD, 2009), conhecidas como maracujás, sendo a maioria das espécies originária da América Tropical (OLIVEIRA; RUGGIERO, 2005). Somado ao interesse econômico e alimentício, a família Passifloraceae possui grande importância ecológica, destacando-se pela diversidade de espécies (BERNACCI, 2005).

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá (ALMEIDA, 2012; NOGUEIRA-FILHO et al., 2010), sendo o maracujá-amarelo, ou maracujá-azedo, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg., a principal espécie cultivada e comercializada (MELETTI, 2011; PIO-VIANA, 2003). O fruto destaca-se na fruticultura nacional, por oferecer rápido retorno econômico, bem como a oportunidade de uma receita distribuída ao longo de todo o ano (MELETTI, 2011). Seu cultivo ocorre em quase todo o território nacional, destacando-se a região Nordeste, devido às condições ecológicas favoráveis (BORGES et al., 2002). O estado da Bahia é o maior produtor do país, com aproximadamente 44% da produção no País (IBGE, 2013). A maior importância da espécie deve-se à qualidade dos frutos e ao incentivo da agroindústria (BERNACCI et al., 2003). Seu cultivo em escala comercial começou no Brasil na década de 1970, com rápido progresso (LEÃO et al., 2006; RONCATTO et al., 2004), tendo grandes avanços na produtividade desde os anos 90 devido às novas áreas de cultivo, como já observado na região Sudeste (GONÇALVES; SOUZA, 2006).

Entretanto, com a expansão da cultura, enfrentam-se diversos problemas fitossanitários, como doenças causadas por vírus, bactérias e fungos (RONCATTO et al., 2004). Destas, a virose do endurecimento dos frutos é considerada a mais importante economicamente para a cultura do maracujá (LEÃO et al., 2006; BARROS et al., 2011; SILVA et al., 2012). A doença se caracteriza por alterações visíveis nas folhas, como mosaico e distorção da forma da lâmina foliar, na produtividade e no aspecto geral dos frutos, como endurecimento, redução do pericarpo, tornando-se impróprios para o comércio, além de redução da produtividade (FISCHER et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2006; FORTALEZA et al., 2005; CAVICHIOLE et al., 2011). O principal causador da

doença, no Brasil, é o *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) (NASCIMENTO et al., 2004), que apresenta ocorrência generalizada no país, infectando também leguminosas (BARROS et al., 2011).

A doença também pode ser causada pelo *Passionfruit woodiness virus* (PWV), sendo ambos os vírus da família Potyviridae (NASCIMENTO et al., 2004). Por ser o maracujazeiro uma planta com longo período de cultivo e o vírus transmitido de forma não persistente<sup>1</sup> por afídeos, os esforços para controlar a doença pelo combate ao vetor têm demonstrado pouca eficiência (PIO-RIBEIRO; MARIANO, 1997), não havendo, ainda, nenhuma medida de controle efetiva (FISCHER et al., 2005). As recomendações técnicas são relacionadas a medidas de exclusão, para evitar a disseminação do vírus, tais como manutenção de mudas saudáveis em locais telados, cuidados ao realizar a poda, e quando possível, plantios em locais isolados (MELETTI, 2005;).

Com a grande diversidade existente no gênero *Passiflora*, observa-se que há diferentes graus de suscetibilidade ao vírus, sendo esta variação inter e intraespecífica. Segundo Junqueira et al. (2005), entre as várias espécies de passifloras silvestres do Brasil, algumas possuem características que as conferem maior resistência a pragas e doenças, tal como a virose do endurecimento dos frutos do maracujazeiro. Fontes de resistência a patógenos e doenças têm sido identificadas em espécies selvagens de *Passiflora*, em pesquisas visando o maior conhecimento do germoplasma de maracujazeiros (PAULA et al., 2010; OLIVEIRA; RUGIEIRO, 2005).

Segundo Paula et al. (2010), entre as espécies silvestres identificadas como resistentes a diversas doenças, estão *Passiflora nitida*, *P. caerulea*, *P. laurifolia*, *P. suberosa*, *P. alata*, *P. coccinea*, *P. gibertii* e *P. setacea*. Junqueira et al. (2005) identificaram *P. setacea* como resistente ao CABMV (JUNQUEIRA et al., 2005). A espécie *P. gibertii* foi apontada como resistente às principais doenças do maracujazeiro (CARVALHO et al., 2013). Contudo, ainda não há trabalhos buscando identificar as características anatômicas que estão diretamente relacionadas à resistência e à suscetibilidade ao vírus.

---

<sup>1</sup> A transmissão não-persistente ocorre quando o pulgão, ao alimentar-se de uma planta infectada, adquire o vírus em alguns segundos, e podendo transmiti-lo imediatamente para uma planta sadia. Entretanto, sua capacidade infectiva é perdida rapidamente, em menos de duas horas. Enquanto na transmissão persistente, para adquirir o vírus, é necessário que o pulgão se alimente da planta hospedeira por algumas horas. No entanto, torna-se infectivo por toda a sua vida (SANTOS, 2006).

Estudos anatômicos de plantas infectadas com vírus desempenham um papel importante na compreensão da relação entre os vírus e os tecidos de seus hospedeiros (ESAU, 1967). As plantas infectadas exibem vários sintomas que podem ser vistos macroscopicamente (FISCHER et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2006), entretanto ocorrem muitas alterações anatômicas (ESAU, 1967; MARQUES et al., 2007; TAKIMOTO et al., 2009) que por sua vez, estão diretamente relacionadas às alterações fisiológicas, e à produção vegetal (SILVA et al., 2005).

Quando a planta é infectada, inicialmente ocorrem modificações fisiológicas e bioquímicas com ativação ou bloqueio de determinadas atividades celulares, e posteriormente, mudanças morfológicas visíveis surgem em decorrência destas alterações (LEITE; PASCHOLATI, 1995). Sendo a folha um dos órgãos mais plásticos em resposta a fatores ambientais (CASTRO et al., 2009), a anatomia foliar pode servir como ferramenta para estudos agrônômicos, auxiliando na resolução de problemas fitopatológicos.

Vários trabalhos têm sido realizados com o objetivo de identificar alterações anatômicas em plantas infectadas por vírus, com aplicações em estudos agrônômicos. Dentre eles, o trabalho realizado por Gomes et al. (2010), que avaliou a anatomia de folhas de plantas de diferentes espécies infectadas pelo vírus da mancha clorótica do *Clerodendrum* (*Clerodendrum* Chlorotic Spot Virus – CICSV), visando complementar a identificação do vírus. Foram comparadas plantas sadias e infectadas, e observou-se efeitos histopatológicos já relatados para outras plantas infectadas por vírus, tais como necrose, hipertrofia e hiperplasia de alguns tecidos.

O estudo de Marques et al. (2010), comparou as diferenças morfo-anatômicas em folhas de laranja-doce, infectadas pelo vírus da leprose do vírus (*Citrus leprosis virus* – CiLV), com o objetivo de compreender as interações entre o vírus e a planta hospedeira. Takimoto et al. (2009), analisaram a anatomia foliar de algodoeiros infectados pelo vírus da doença azul (*Cotton leaf roll dwarf virus* – CLRDV), cuja transmissão ocorre pelo afídeo *Aphis gossypii* Glover. Os autores compararam anatomicamente plantas sadias e infectadas, com os objetivos de conhecer aspectos estruturais da interação do vírus com a espécie hospedeira, tendo potencial aplicação na área de diagnose e melhoramento genético.

Pelo exposto, nota-se a importância de estudos anatômicos na caracterização de plantas infectadas por vírus, mostrando as relações entre os sintomas macroscópicos e

histológicos. No presente estudo, a comparação anatômica entre diferentes espécies de *Passiflora*, com diferença quanto a suscetibilidade ao vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, pretende fornecer informações de grande utilidade que poderão subsidiar o melhoramento genético em maracujazeiros.

## 2. OBJETIVOS

Avaliar através de análises anatômicas das folhas, qual entre as espécies silvestres de *Passiflora* analisadas – *Passiflora cincinnata* Mast., *P. gibertii* N.E.Br. e *P. setacea* DC. – sofre menos alterações anatômicas ao ser infectada com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, visto que tais espécies são tidas como resistentes ao vírus. Assim, buscou-se identificar a mais resistente, podendo ser mais indicada em estudos de melhoramento, visto que a espécie de maior importância econômica – *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. – é considerada como mais suscetível ao vírus.

### Objetivos específicos

- Descrever a anatomia foliar das quatro espécies de *Passiflora* estudadas.
- Caracterizar as alterações anatômicas causadas pela infecção viral, para cada espécie, comparando as folhas de plantas infectadas com as de plantas sadias.
- Identificar marcadores histológicos de resistência e suscetibilidade ao vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro em espécies do gênero *Passiflora*.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Coleta do material

Plantas infectadas naturalmente, com o vírus do endurecimento dos frutos, foram obtidas do Banco Ativo de Germoplasma de *Passiflora*, da Embrapa Mandioca e Fruticultura (Fig. 1A), situada em Cruz das Almas, Bahia (12° 39' 18" S; 39° 07' 24" O). As plantas controle foram obtidas em casas de vegetação, tendo permanecido isoladas de qualquer forma de contaminação com o vírus.

A coleta de material necessário ao desenvolvimento deste trabalho ocorreu entre os meses de maio e junho/2013 e os testemunhos encontram-se depositados no Herbário Alexandre Leal Costa (ALCB), do Instituto de Biologia, da Universidade Federal da Bahia (UFBA), sob os seguintes números: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. (ALCB 109816), *Passiflora cincinnata* Mast. (ALCB 109815), *Passiflora gibertii* N.E.Br. (ALCB 109814) e *Passiflora setacea* DC. (ALCB 109813).

Para fins de padronização, coletou-se a quinta folha do ápice para a base, de cinco ramos distintos de cada planta para cada uma das espécies estudadas, sendo analisada uma planta infectada com o vírus e uma planta sadia (controle), totalizando oito plantas. Após a coleta, as amostras que não passaram pelo processo de herborização, foram fixadas em solução de formol, ácido acético e álcool (FAA 70%) por 48 horas e posteriormente armazenadas em álcool a 70% (JOHANSEN, 1940).

Analisou-se o hábito das espécies, a filotaxia e a forma das folhas, com base em Judd (2009).

#### 3.2 Análises sob microscopia óptica (MO)

Para a análise das epidermes em visão frontal, fragmentos da lâmina foliar foram dissociadas em solução de peróxido de hidrogênio 30% e ácido acético glacial (1:1), e mantidas em estufa a 60°C por 24 horas, segundo Franklin (1945 apud KRAUS & ARDUIN, 1997). Em seguida, o material foi lavado em água destilada para retirada de resíduos celulares. Seções paradérmicas também foram obtidas à mão livre com auxílio de lâmina de barbear, posteriormente clarificadas com hipoclorito de sódio 50% e lavadas em água destilada. Fragmentos das superfícies foliares foram obtidos tanto pelo processo químico como à mão livre, foram corados com safranina alcoólica 1%.

Cortes transversais da lâmina foliar e pecíolo foram realizados à mão livre, com lâmina de barbear, sendo ambos seccionados na região mediana. Posteriormente, os cortes foram clarificados com hipoclorito de sódio a 50%, lavados em água destilada e corados com safrablue - azul de astra e safranina 9:1 (BUKATSCH, 1972).

Todas as lâminas foram montadas em meio semi-permanente com glicerina 50% e fotomicrografadas em microscópio óptico Carl Zeiss Axio Scope A1 acoplado a câmera Canon 1000D. As imagens foram obtidas pelo programa EOS Utility v.1.4.0.1. As análises de microscopia óptica foram realizadas no Laboratório de Anatomia Vegetal e Identificação de Madeiras (LAVIM), do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia.

### **3.3 Análises sob microscopia eletrônica de varredura (MEV)**

Para a análise da epiderme sob MEV, foram utilizadas lâminas foliares de materiais herborizados sem pré-tratamento. Destas folhas foram obtidos pequenos fragmentos que foram fixados em porta-espécimes (“stubs”) de aço com fita adesiva de carbono e posteriormente metalizados com ouro em sputter Balzers SCD 050, para observação em microscópio eletrônico de varredura modelo JEOL JSM-6930LV. As observações foram realizadas no Serviço de Microscopia Eletrônica do Centro de Pesquisas Gonçalo-Moniz (Fiocruz-Bahia).

### **3.4 Análises quantitativas**

Nas seções paradérmicas das superfícies inferiores, realizou-se a contagem dos estômatos, obtendo-se a densidade estomática por mm<sup>2</sup>, utilizando-se o programa ANATI QUANTI (AGUIAR et al., 2007). Em cada uma das folhas, contou-se em cinco campos distintos, obtendo-se para cada espécime, 25 dados de densidade estomática.

Mensurou-se as espessuras dos tecidos, nas seções transversais da lâmina foliar, utilizando-se ocular micrométrica acoplada em microscópio óptico Olympus BX41. Mediu-se a espessura de cada uma das epidermes, do parênquima paliçádico, do parênquima esponjoso e a espessura total do limbo. Cada medida foi realizada em cinco cortes de cada uma das cinco folhas de cada indivíduo, totalizando assim um número amostral de 25 unidades. As análises foram feitas comparando-se as plantas sadias com as infectadas, para cada espécie. Para isso, foi realizado o teste T de Student, para comparação das médias, utilizando-se o programa SPSS Statistics 17.0.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Descrição morfológica

As quatro espécies de Passifloraceae estudadas, *P. edulis* f. *flavicarpa* Deg., *P. cincinnata* Mast., *P. setacea* N.E.Br e *P. gibertii* DC., são trepadeiras, de folhas simples, alternas, com textura membranácea e bordo variando de liso a serrados (Fig. 1A, 2A, 3A, 4A, respectivamente). No início do desenvolvimento as folhas têm limbo inteiro e posteriormente há formação de três lobos em *P. edulis* f. *flavicarpa* (Fig. 1A, C). Em *P. cincinnata*, as folhas adultas apresentam cinco lobos (Fig. 2A, E). Em *P. gibertii* (Fig. 3A, C) e *P. setacea* (Fig. 4A, C, E), as folhas apresentam três lobos desde o início do desenvolvimento. A morfologia apresentada pelas espécies estudadas concordam com as descrições de CERVI (1997) e NUNES (2002), para a família. Observou-se nas folhas infectadas com CABMV, alterações decorrentes da ação do vírus, como bolhosidades (Fig. 1E, F, G, H) e mosaico (Fig. 2E, 3E, 4C, E), como descrito por Fischer et al. (2005).

### 4.2 Descrição anatômica das folhas sadias

As imagens obtidas através das análises histológicas de todas as espécies, em seções paradérmicas e transversais da lâmina foliar, e transversais do pecíolo, podem ser observadas nas Figuras 5-13.

As superfícies epidérmicas observadas sob MEV revelaram a presença de cera epicuticular disposta em padrão cristalóide (BARTHLOTT et al., 1998), nas três espécies silvestres, *P. cincinnata*, *P. gibertii* e *P. setacea* (Figura 5C, E, G) e ausente na espécie cultivada, *P. edulis* f. *flavicarpa* (Figura 5A). Esse padrão de deposição da cera epicuticular pode ter importantes consequências na interação das plantas com o vírus. Nas espécies silvestres, a presença de cristalóides de ceras pode contribuir para a proteção das plantas, servindo como barreira física para o vetor. Portanto pode ser apontado como um marcador histológico de resistência ao vírus para estas espécies. Enquanto *P. edulis* f. *flavicarpa*, que não possui cristalóides, apresenta-se mais exposta à entrada do vírus.

Em visão frontal de ambas as faces epidérmicas, as células apresentavam formato poligonal e contorno levemente sinuoso (Fig. 7A, C, E, G e 5A, C, E, G), exceto sobre as regiões de nervura (Fig. 6A-H), sendo a sinuosidade mais conspícua na face abaxial. A sinuosidade das células epidérmicas é, possivelmente, uma característica do gênero,

estando presente também em outras espécies de *Passiflora* (GARCÍA et al., 2008, MERUVIA et al., 1993a, 1993b). Os estômatos, presentes apenas na face abaxial, sendo as folhas hipoestomáticas, eram rodeados por duas a quatro células, sendo predominantemente do tipo anisocítico (Fig. 8A, C), seguidos de paracítico (Fig. 8A) e anomocítico (Fig. 8E, G).

Foram observados tricomas tectores unicelulares em ambas as faces que apresentaram diferenças quanto à quantidade, padrão de distribuição e localização nas diferentes espécies (Fig. 6C, G, 12A-C). *P. edulis* f. *flavicarpa* (Fig. 6A-B) quase não apresentou tricomas e quando presentes, estavam localizados sobre a região mais proeminente da nervura central (Fig. 12A). *P. cincinnata* apresentava tricomas em ambas as faces (Fig. 6C-D), situados apenas sobre as nervuras, sendo mais abundantes na face abaxial. Em *P. setacea* foram observados tricomas nas duas faces, sendo que na face adaxial situavam-se apenas sobre as nervuras e na abaxial eram abundantes e localizados em toda a superfície (Fig. 6G-H). Em *P. gibertii* não foram observados tricomas (Fig. 6E-F).

Em seção transversal observou-se que ambas as faces epidérmicas apresentavam cutícula espessa (Fig. 12D-E) recobrimdo a epiderme uniestratificada com células de formato retangular e tamanho pouco maior na face adaxial (Fig. 9A, C, E, G). Os estômatos, na face abaxial estavam ao mesmo nível das demais células epidérmicas (Fig. 9A,E e 12E - setas) sendo portanto nivelados.

O mesofilo dorsiventral apresentava uma única camada de tecido paliçádico com células justapostas e alongadas longitudinalmente, cujo comprimento era variável entre as espécies ocupando aproximadamente um terço do mesofilo em *P. edulis* f. *flavicarpa*, (Fig. 9A), quase metade deste em *P. cincinnata* (Fig. 9C) e *P. setacea* (Fig. 9G) e mais da metade da espessura do mesofilo em *P. gibertii* (Fig. 9E). O parênquima esponjoso apresentava de cinco a seis camadas de células arredondadas e frouxamente distribuídas (Fig. 9A,C,E,G).

A nervura principal era biconvexa, sendo a região adaxial mais proeminente, principalmente em *P. edulis* f. *flavicarpa* e *P. cincinnata* (Fig. 10A,C). O colênquima era angular, apresentando duas a três camadas de células, seguido do parênquima cortical, composto por células arredondadas e com paredes delgadas (Fig. 10A, C, E,G).

O sistema vascular era formado por feixes vasculares colaterais, tanto na lâmina foliar como no pecíolo. Na nervura principal a distinção entre as espécies se dava em

relação à disposição dos feixes, que em *P. edulis* f. *flavicarpa*, era formado por quatro feixes, aproximadamente do mesmo tamanho, dispostos em forma de arco, estando um mais voltado para a face adaxial, e três localizados medianamente à nervura (Fig. 10A). Em *P. cincinnata* era constituído de dois conjuntos de feixes, sendo um feixe maior, em forma de arco, na região aproximadamente mediana da nervura, e um feixe pequeno e circular, mais voltado para a face adaxial (Fig. 10C). *P. gibertii* apresentava um único feixe, localizado na região central (Fig. 10E) e *P. setacea* apresentava dois feixes, sendo um em forma de arco, na região central, e um outro menor, acima deste voltado à face adaxial (Fig. 10G).

O pecíolo em seção transversal apresentava forma mais ou menos circular, em todas as espécies (Fig. 11A, C, E, G), sendo observado porém em *P. edulis* f. *flavicarpa* dois lobos na região superior (Fig. 11A), como observado por Beraldo e Kato (2010). Em todas as espécies, a epiderme era uniestratificada, com células de formato quadrangular. O colênquima angular possuía de três a quatro camadas de células. O parênquima cortical era composto por células grandes e arredondadas, como observado no limbo. O sistema vascular apresentou menos diferenças entre as espécies que para a lâmina foliar. Em geral haviam dois feixes vasculares, de mesmo tamanho, voltados à face adaxial, e seis a oito feixes em semi-círculo na região central, sendo um maior e mais voltado à face adaxial, e os outros menores e voltados à face abaxial (Fig. 11A, C, E, G). Em *P. edulis* f. *flavicarpa*, estes últimos ficavam situados, cada um, em um lobo do pecíolo (Fig. 11A). A organização do sistema vascular no pecíolo para as espécies estudadas neste trabalho é muito semelhante à de outras espécies de *Passiflora*, como *P. actinia* (KURTZ et al., 2003), *P. campanulata* (MERUVIA et al., 1993a) e *P. capsularis* (MERUVIA et al., 1993b), mostrando ser esta uma característica que pouco varia dentro do gênero.

Notou-se a presença de drusas na lâmina foliar e pecíolo, em todas as espécies, localizadas principalmente nas células do floema e em células parenquimáticas próximas aos feixes vasculares (Fig. 12F, G - setas).

#### **4.3 Descrição anatômica das folhas infectadas pelo vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro**

Para as análises sob MEV, observou-se que as plantas das quatro espécies infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos, não apresentaram diferenças consideráveis em relação ao controle. Assim como nas plantas sadias, as plantas

infectadas de *P. cincinnata* (Fig. 5D), *P. gibertii* (Fig. 5F) e *P. setacea* (Fig. 5H), mostraram a presença de cristaloides de cera, ausentes em *P. edulis* f. *flavicarpa* (Fig. 5B). Isso demonstra que a presença do vírus não interfere no padrão da cutícula.

As quatro espécies analisadas apresentaram, nas plantas infectadas pelo vírus do endurecimento dos frutos, menor grau de sinuosidade das células epidérmicas, em ambas as faces, em comparação com as plantas sadias, sendo observado na face adaxial, algumas paredes praticamente retas (Fig. 7B, D, F), e na face abaxial, redução do grau de sinuosidade (Fig. 8B, D, F, H). Entretanto, esta variação de forma das células das plantas infectadas em comparação com as plantas sadias foi menos acentuada em *P. setacea* (Fig. 7G-H e Fig. 8G-H).

Vários são os estudos que relacionam a menor sinuosidade da parede celular às características adaptativas contra a perda excessiva de água (ELIAS et al., 2003; SCATENA et al., 2005; LIMA et al., 2006). Células com paredes anticlinais curvas ou sinuosas podem estar adaptadas a ambientes úmidos, enquanto as que apresentam paredes retas possuem características que garantem o seu desenvolvimento em ambientes secos (FARIAS et al., 2009).

Mesmo que a relação entre a forma das células epidérmicas e resposta a patógenos ainda não tenha sido esclarecida, acredita-se que a característica da parede observada nos indivíduos infectados pode estar relacionada a uma resposta ao estresse causado pelo cultivo em ambiente aberto e exposto a ação de agentes físicos como a intensidade luminosa e a baixa umidade atmosférica que interferem e constituem um efeito marcante sobre a estrutura das paredes da epiderme (FARIAS et al., 2009), diferindo das plantas controle cultivadas em casa de vegetação. Entretanto, o vírus pode estar também atuando na formação desta característica, uma vez que Barbosa et al. (2013, em preparação), observaram diminuição da sinuosidade das células epidérmicas, em plantas de *P. edulis* f. *flavicarpa* infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos, sendo que nesse trabalho, todas as plantas estavam sob as mesmas condições, em casa de vegetação.

Nas seções transversais do limbo das plantas contaminadas, observou-se, em geral, os seguintes danos causados pelo vírus: alterações na forma das células, desorganização das camadas do parênquima clorofiliano, hipertrofia das células do parênquima esponjoso, depressões em determinadas regiões do limbo e desorganização dos feixes vasculares no limbo e do pecíolo (Fig. 9B, D, E, H).

Alterações nas células epidérmicas e parenquimáticas (Fig. 13A-E), bem como depressões em regiões do limbo e colapso da epiderme, já haviam sido observadas por vários autores em plantas infectadas por vírus (TAKIMOTO, 2008; GOMES et al., 2010; MARQUES et al., 2010; ESAU, 1967). Neste trabalho, as plantas infectadas de *P. cincinnata* e *P. setacea* apresentaram regiões com depressão no limbo (Fig. 13C-D), sendo estas características relacionadas à infecção.

A hipertrofia de células do parênquima esponjoso em plantas infectadas por vírus foi relatada por diversos autores, podendo estar relacionada à resposta da planta à infecção (TAKIMOTO, 2009; GOMES et al., 2010; MARQUES et al., 2010; ESAU, 1967). Gomes et al. (2010), analisando células hipertrofiadas e em hiperplasia constataram que estas células eram menos invadidas pelo vírus do endurecimento dos frutos, tendo sido notada a ausência de partículas virais e viroplasma. Entre as plantas analisadas no presente estudo, *P. edulis* f. *flavicarpa* Deg. foi a única que apresentou hipertrofia nas células do parênquima esponjoso (Fig. 13A-B - setas). Esta característica, apesar de não ter aparecido associada a outras alterações, pode ser uma resposta da planta à infecção, que foi mais intensa na espécie mais suscetível.

De forma geral, a alteração no sistema vascular da nervura principal se dava através da formação de um único feixe, maior, voltado à face inferior e presença de um feixe menor voltado à face superior (Fig. 10B, D, F, H). Dentre as espécies infectadas pelo vírus do endurecimento do fruto, observou-se que o sistema vascular das folhas de *P. edulis* f. *flavicarpa* (Fig. 10B) foi o que apresentou as maiores diferenças em relação à planta sadia (Fig. 7A).

Os caracteres relacionados à vascularização tanto na nervura principal da lâmina foliar quanto no pecíolo, das espécies infectadas pelo vírus do endurecimento do fruto, foram considerados os mais importantes do ponto de vista das alterações anatômicas observadas neste estudo.

Nos feixes vasculares do pecíolo, não houve diferenças em relação à organização do sistema vascular, entre plantas sadias e infectadas, apenas no número de feixes. Tal diferença pode estar relacionada às características individuais de cada planta analisada, não podendo ser associada a uma resposta ao vírus. Quanto às espécies silvestres analisadas, praticamente não houve diferenças quanto à organização dos feixes vasculares, na lâmina foliar e pecíolo. *P. gibertii* foi a espécie que apresentou alterações mais discretas quando comparadas folhas infectadas e sadias (Fig. 11E-F).

Alterações ocasionadas nos feixes vasculares de diferentes plantas por infecção através de vírus já haviam sido observadas em diversos trabalhos (TAKIMOTO, 2009; GOMES et al., 2010; MARQUES et al., 2010; ESAU, 1967). Entretanto, a degeneração do floema, e o colapso e obliteração de elementos do sistema vascular foram apontados como as mais comuns e danosas ao desenvolvimento das plantas.

Tendo em vista a relevância do sistema vascular para a manutenção da planta, na condução de água, sais minerais e nutrientes orgânicos, a diferença na organização dos feixes vasculares apresenta grande influência para a planta. *P. edulis* f. *flavicarpa* foi a espécie que apresentou mais diferenças em relação à constituição e organização dos feixes vasculares da lâmina foliar (Fig. 10B), com disposição irregular dos elementos do xilema e floema (Fig. 13E) e pecíolo (Fig. 11B), além de ter apresentado mais alterações relacionadas à infecção como hipertrofia de células do parênquima esponjoso (Fig. 13A-B). Tal resultado para esta espécie era esperado, por ser considerada a mais suscetível ao vírus. Dentre as espécies silvestres, considerando a organização do sistema vascular, *P. gibertii* foi a espécie que manteve-se mais semelhante ao controle, apresentando alterações mais discretas tanto na lâmina foliar (Fig. 10F) como no pecíolo (Fig. 11F).

#### 4.4 Análises quantitativas

Os valores médios dos parâmetros avaliados estão representados na Tabela 1 e nas Figuras 14-19. Entre as características analisadas, a espessura do parênquima esponjoso (Fig. 14) e a densidade estomática (Fig. 19) foram as que apresentaram maiores diferenças comparando plantas sadias com plantas infectadas com o vírus (Tabela 1).

*P. edulis* f. *flavicarpa* foi a espécie que apresentou maiores diferenças, entre as folhas sadias e infectadas, para todas as variáveis analisadas, demonstrando assim sua maior suscetibilidade ao vírus em relação às três espécies silvestres. Entretanto, *P. cincinnata* também apresentou diferenças significativas para todas as variáveis, demonstrando que apesar de ser uma espécie silvestre, vista como mais resistente ao vírus que a espécie cultivada, também apresenta diferenças anatômicas consideráveis quando infectada (Tabela 1).

*P. gibertii* apresentou diferenças, entre as folhas sadias e infectadas, exceto para a espessura da epiderme inferior (Fig. 15). Entretanto, essa diferença foi menor para a espessura do parênquima paliçádico (Fig. 16) e da epiderme superior (Fig. 14), mostrando

que a espessura do parênquima esponjoso foi a característica que mais contribuiu para a variação da espessura do limbo (Tabela 1). *P. setacea* não apresentou diferenças significativas para a espessura do parênquima esponjoso (Fig. 17) e da epiderme inferior (Fig. 15), mas apresentou para as outras variáveis. Contudo, entre todas as espécies, *P. setacea* foi a que apresentou menos diferenças, comparando as folhas sadias com as infectadas (Tabela 1).

Para todas as espécies, houveram diferenças quanto à espessura do limbo, entre as plantas sadias e as plantas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos (Fig. 18). Em *P. edulis* f. *flavicarpa*, *P. cincinnata* e *P. gibertii*, a espessura do limbo foi maior nas folhas de plantas infectadas com o vírus. Essa diferença foi causada principalmente pelo aumento da espessura do parênquima esponjoso, que foi a característica que mais variou nas três espécies (Fig. 17). Marques et al. (2010) e Gomes et al. (2010) observaram aumento da espessura do limbo em folhas de plantas infectadas com vírus, cujas causas, apontadas pelos autores, foram a hipertrofia e a atividade hiperplásica de células do parênquima esponjoso. Logo, esta característica pode estar também relacionada a uma resposta à infecção.

A densidade estomática apresentou diferenças significativas entre plantas sadias e infectadas, para todas as espécies. Em *P. edulis* f. *flavicarpa*, a densidade estomática foi inferior nas plantas infectadas, enquanto em *P. cincinnata*, *P. gibertii*, *P. setacea*, foi superior nas plantas do mesmo grupo (Fig. 19). A menor densidade estomática em plantas infectadas de *P. edulis* f. *flavicarpa*, está de acordo com os dados observados por Barbosa et al. (2013, em preparação), em plantas da mesma espécie infectadas pelo vírus CABMV.

O aumento da densidade de estômatos com aumento de irradiância ocorre em várias espécies (NAKAZONO et al., 2001; FIGUEIRÔA et al., 2004). Esta resposta é apontada como um mecanismo para aumentar o ganho de carbono quando em alta irradiância (DUZ et al., 2004). Isso ocorre porque a presença de luz, devido à fotossíntese, causa diminuição da concentração de CO<sub>2</sub> no mesófilo (SALISBURY & ROSS, 2012). Porém, a relação entre densidade estomática e resposta a patógenos ainda não foi esclarecida. Uma possível causa para a diferença notada, pode ter sido o fato de todas as plantas sadias terem sido obtidas em casa de vegetação, e as plantas infectadas, em campo. Considerando a plasticidade da densidade de estômatos, em *P. edulis* f. *flavicarpa*, a densidade foi menor nas folhas infectadas devido à suscetibilidade

da espécie ao vírus do endurecimento dos frutos, que causou várias alterações nas plantas contaminadas. Nas outras espécies analisadas, o vírus pode ter interferido menos na densidade estomática, que foi influenciada pelas diferenças ambientais, por ser uma característica muito relacionada ao ambiente.

## 5. CONCLUSÕES

O padrão de deposição da cera epicuticular cristalóide, presente em todas as espécies silvestres analisadas, *P. cincinnata*, *P. gibertii* e *P. setacea*, e ausente na espécie cultivada, *P. edulis* f. *flavicarpa*, pode ser apontada como um marcador histológico de resistência para o vírus, visto que esta é a mais suscetível, apresentando maiores alterações quando infectada, a nível macroscópico e microscópico.

As análises qualitativas das seções transversais da lâmina foliar e pecíolo mostraram que *P. gibertii* foi a espécie que apresentou menos diferenças, comparando as folhas sadias com as infectadas, pois as folhas infectadas mantiveram padrão mais semelhante ao controle que as outras espécies estudadas.

Características anatômicas relacionadas à infecção com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro foram observadas em maior quantidade em *P. edulis* f. *flavicarpa*, por ser a espécie mais suscetível.

A análise quantitativa revelou que as características que apresentaram maior variação entre plantas infectadas e sadias foram a espessura do parênquima esponjoso e a densidade estomática. *P. edulis* f. *flavicarpa* foi a espécie que apresentou maiores diferenças, entre as folhas infectadas e sadias para todas as variáveis analisadas, demonstrando assim sua maior suscetibilidade ao CABMV. *P. setacea* foi a espécie que apresentou menos diferenças, comparando as folhas infectadas com as sadias, sendo as espessuras dos tecidos menos afetadas pela infecção, em relação às outras espécies estudadas.

Com base nas análises realizadas, *P. gibertii* e *P. setacea* foram as espécies que apresentaram menos alterações anatômicas comparando as plantas infectadas com as sadias, podendo ser apontadas como mais resistentes ao vírus que *P. cincinnata*, que também é uma espécie silvestre.

Sugere-se, entretanto, mais estudos anatômicos, inclusive com um maior número amostral, a fim de verificar qual espécie apresenta maior resistência, sendo portanto a mais indicada em estudos de melhoramento genético através de hibridações interespecíficas com a espécie cultivada.

## 6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, T.V.; SANT'ANNA-SANTOS, B.F.; AZEVEDO, A.A.; FERREIRA, R.S.. ANATI QUANTI: software de análises quantitativas para estudos em anatomia vegetal. **Planta daninha**, v.25, n.4, p. 649-659. 2007.
- ALMEIDA, R.F. Características da poda em maracujazeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.5, p. 53-58. 2012.
- BARBOSA, N.C.S.; BARBOSA, C.J.; OLIVEIRA, E.J.; SOUZA, M.F.; LEITE, K.R.B.; SILVA, L.B. Anatomia foliar de maracujazeiros infectados pelo vírus do endurecimento dos frutos, tratados com fertilizante foliar. **Comitê Local de Publicações – Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**. No prelo.
- BARROS, D.R.; ALFENAS-ZERBINI, P.; BESERRA, J.E.; ANTUNES, T.F.; ZERBINI, F.M. Comparative analysis of the genomes of two isolates of *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) obtained from different hosts. **Archives of Virology**, v.156, n.6, p. 1085-1091. 2011.
- BARTHLOTT, W.; NEINHUIS, C.; CUTTLER, D.; DITSCH, F.; MEUSEL, I.; THEISEN, I.; WILHELMI, H. Classification and terminology of plant epicuticular waxes. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.126, p.237–260. 1998.
- BERALDO, J.; KATO, E. T. Morfoanatomia de folhas e caules de *Passiflora edulis* Sims, Passifloraceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.20, n.2, p.233-239. 2010.
- BERNACCI, L.C.; MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D. Maracujá-doce: o autor, a obra e a data da publicação de *Passiflora alata* (Passifloraceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.355-356. 2003.
- BORGES, A.L.; CALDAS, R.C.; LIMA, A.A.; ALMEIDA, I.E. Efeito de doses de NPK sobre os teores de nutrientes nas folhas e no solo, e na produtividade do maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, p. 208-213. 2002.
- CARVALHO, M.A.F.; PAIVA, R.; ALVES, E.; NOGUEIRA, R.C.; STEIN, V.C.; CASTRO, E.M.; PAIVA, P.D.O.; VARGAS, D.P. Morphogenetic potential of native passion fruit (*Passiflora gibertii* N. E. Brown.) calli. **Brazilian Journal of Botany**, v.36, n.2, p. 141-151, 2013.
- CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: UFLA, 2009. 234 p.
- CAVICHIOLO, J.C.; CORREA, L.S.; BOLIANI, A.C.; SANTOS, P.C. Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p. 567-574. 2011.

CERVI, A. C. Passifloraceae do Brasil. Estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*. **Fontqueria**, v.45, p. 1-92. 1997.

DUZ, S.R.; SIMINSKI, A.; SANTOS, M.; PAULILO, M.T.S. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, p. 587-596. 2004.

ELIAS, S. R. M.; ASSIS, R. M.; STACCIARINI-SERAPHIN, E.; REZENDE, M. H. Anatomia foliar em plantas jovens de *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. (Solanaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.2, p.169-174. 2003.

ESAU, K. Anatomy of plant virus infections. **Annual Review of Phytopathology**, v.5, p. 45-74. 1967.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; PEIXOTO, J.R. Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro - Desafios da pesquisa. In:FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Embrapa Cerrados, p. 187-209. 2005.

FARIAS, V.; ROCHA, L. D.; PREUSSLER, K. H.; MARANHO, L. T. Organização estrutural da folha de *Pimenta pseudocaryophyllus* (Gomes) L.R. Landrum, Myrtaceae. **Acta Botanica Brasilica**, v.23, n.2, p. 398-406. 2009.

FIGUEIROA, J.M.; BARBOSA, D.C.A.; SIMABUKURO, E.A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, n.3, p. 573-580. 2004.

FISCHER, I.H.; KIMATI, H.; REZENDE, J.A.M. Doenças do maracujazeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN-FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Eds.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed, v. 2, São Paulo: Ceres, 2005. p.467-474.

FORTALEZA, J.M.; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, N.T.V.; OLIVEIRA, A.T.; RANGEL, L.E.P. Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá-azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p.124-127. 2005.

FREITAS, J.P.X.; OLIVEIRA, E.J.; JESUS, O.N.; CRUZ-NETO, A.J.; SANTOS, L.R. Formação de população base para seleção recorrente em maracujazeiro - amarelo com uso de índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.3, p. 393-401. 2012.

GARCÍA, M.; JÁUREGUI, D.; PÉREZ, D. Anatomía foliar de *Passiflora guazumaefolia* Juss. y *Passiflora* aff. *tilliaefolia* L. (Passifloraceae) presentes en Venezuela. **Ernstia**, v.18, n.2, p.1-10. 2008.

GOMES, R.T.; KITAJIMA, E.W., TANAKA, F.A.O., MARQUES, J.P.R.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Anatomia de lesões foliares causadas pelo vírus da Mancha Clorótica do *Clerodendrum*, transmitido pelo ácaro *Brevipalpus phoenicis* em diferentes espécies. **Summa Phytopathologica**, v.36, n.4, p. 291-297. 2010.

GONÇALVES, J.S.; SOUZA, S.A.M. Fruta da paixão: panorama econômico do maracujá no Brasil. **Informações Econômicas**, SP, v.36, n.12, dez. 2006.

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Áreas destinadas à colheita e colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção dos principais produtos das lavouras permanentes, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação produtoras. Disponível em:  
[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola\\_Municipal\\_\[anual\]/2011/tabelas\\_pdf/tabela02.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola_Municipal_[anual]/2011/tabelas_pdf/tabela02.pdf). Acesso em 04 de abril de 2013.

JUDD, Walter S. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2009. 612 p.

JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; FALEIRO, F.G.; PEIXOTO, J.R.; BERNACCI, L.C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In:FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Embrapa Cerrados, p.81-108. 2005.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. 1ª ed. Rio de Janeiro: EDUR. 1997.

KURTZ, S.M.T.F.; SANTOS, C.A.M.; DUARTE, M.R.; SATO, M.E.O. Morfo-anatomia de folhas de maracujá: *Passiflora actinia* Hooker, Passifloraceae. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, v.22, n.2, p. 105-112. 2003.

LEÃO, R.M.K.; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, N.T.V.; RESENDE, R.O.; MATTOS, J.K.A.; MELO, B. Reação de progênies de maracujazeiro-azedo ao vírus do endurecimento do fruto (*Cowpea aphid-borne mosaic virus-CABMV*) em casa de vegetação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 87-92. 2006

LEITE, B.; PASCHOLATI, S.F. Hospedeiro: alterações fisiológicas induzidas por fitopatógenos. In: Bergamin-Filho A, Kimati H, Amorin L. **Manual de fitopatologia**. Ceres, São Paulo, p.417-453. 1995.

LIMA-JR, E.C.L.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; VIEIRA, C.V.; BARBOSA, J.P.R.A.D.B. Aspectos fisiológicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p. 33-41. 2006.

MARQUES, J.P.R.; KITAJIMA, E.W.; FREITAS-ASTUA, J. APPEZZATO-DA GLÓRIA, B. Lesões foliares e de ramos de laranja-doce causadas pela leprose-dos-citros.

**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p. 1531-1536. 2007.

MARQUES, J.P.R.; KITAJIMA, E.W.; FREITAS-ASTUA, J.; APPEZZATO-DA-GLORIA, B. Comparative morpho-anatomical studies of the lesions caused by citrus leprosis virus on sweet orange. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.82, n.2, p. 501-511. 2010.

MELETTI, L.M.M, SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, L.C.; PASSOS, I.R.S.

Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro. In:FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Embrapa Cerrados, p.55-78. 2005.

MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Volume Especial, E:083-091, 2011.

MERUVIA, M.Y.L.; BONA, C. CERVI, A.C. Anatomia foliar de *Passiflora campanulata* Masters (Passifloraceae). **Acta Biológica Paranaense**, v.22, p. 45-62. 1993.

MERUVIA, M.Y.L.; PALACIOS, V.; CERVI, A. C. Anatomia foliar de *Passiflora capsularis* L. (Passifloraceae). **Acta Biológica Paranaense**, v.22, p. 31-44. 1993.

NAKAZONO, E.M.; COSTA, M.C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M.T.S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.173–179. 2001.

NASCIMENTO, A.V.S., SANTANA, E.N., BRAZ, A.S.K., ALFENAS, P.F., PIO-RIBEIRO, G., ANDRADE, G.P., CARVALHO, M.G.; ZERBINI, F.M. *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) is widespread in passionfruit in Brazil, and causes passionfruit woodiness disease. **Archives of Virology**, v.151, p. 1797-1809. 2006.

NASCIMENTO, A.V.S., SOUZA, A.R.R., ALFENAS, P.F., ANDRADE, G.P., CARVALHO, M.G., PIO-RIBEIRO, G.; ZERBINI, F.M. Análise filogenética de potyvírus causando endurecimento dos frutos do maracujazeiro no Nordeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p.378-383. 2004.

NOGUEIRA-FILHO, G.C.; RONCATTO, G.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, G.C.; MALHEIROS, E.B. Estudo da enxertia hipocotiledonar do maracujazeiro-amarelo sobre dois portaenxertos, através de microscopia eletrônica de varredura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.647-652, 2010.

NUNES, T.S. **A família Passifloraceae no estado da Bahia, Brasil**, 2002. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana – Departamento de Ciências Biológicas.

OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C. Espécies de maracujá com potencial agrônômico. In:FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Embrapa Cerrados, p. 143-158. 2005.

PAULA, M.S.; FONSECA, M.E.N.; BOITEUX, L.S.; PEIXOTO, J.R. Caracterização genética de espécies de Passiflora por marcadores moleculares análogos a genes de resistência. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.1, p. 222-229. 2010.

PIO-VIANA, A.; PEREIRA, T.N.S.; PEREIRA, M.G.; SOUZA, M.M.; MALDONADO, F.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Diversidade entre genótipos de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e entre espécies de passifloras determinada por marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 489-493, 2003.

PIO-RIBEIRO, C.; MARIANO, R. L. R. Doenças do maracujazeiro. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de fitopatologia**. Volume 2: Doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Ceres, 1997. p. 488-497.

RONCATTO, G.; OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C.; NOGUEIRA-FILHO, G.C.; CENTURION, M.A.P.C.; FERREIRA, F.R. Comportamento de maracujazeiros (*Passiflora* spp.) quanto à morte prematura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p. 552-554. 2004.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia das plantas**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

SANTOS, T.M. Pulgões: insetos vetores de viroses. **Pesquisa & Tecnologia**, v.3, n.1, 2006.

SCATENA, V. L.; SEGECIN, S. Anatomia foliar de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.3, p.635-649. 2005.

SILVA, L.M.; ALQUINI, Y.; CAVALLETI, V.J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, p.183-194. 2005.

SILVA, L.A.; GARCÊZ, R.M.; CHAVES, A.L.R.; COLARICCIO, A.; EIRAS, M. Transmissão experimental revela novos potenciais reservatórios do *Cowpea aphid-borne mosaic virus*. **Summa Phytopathologica**, v.38, n.2, p. 168-169. 2012.

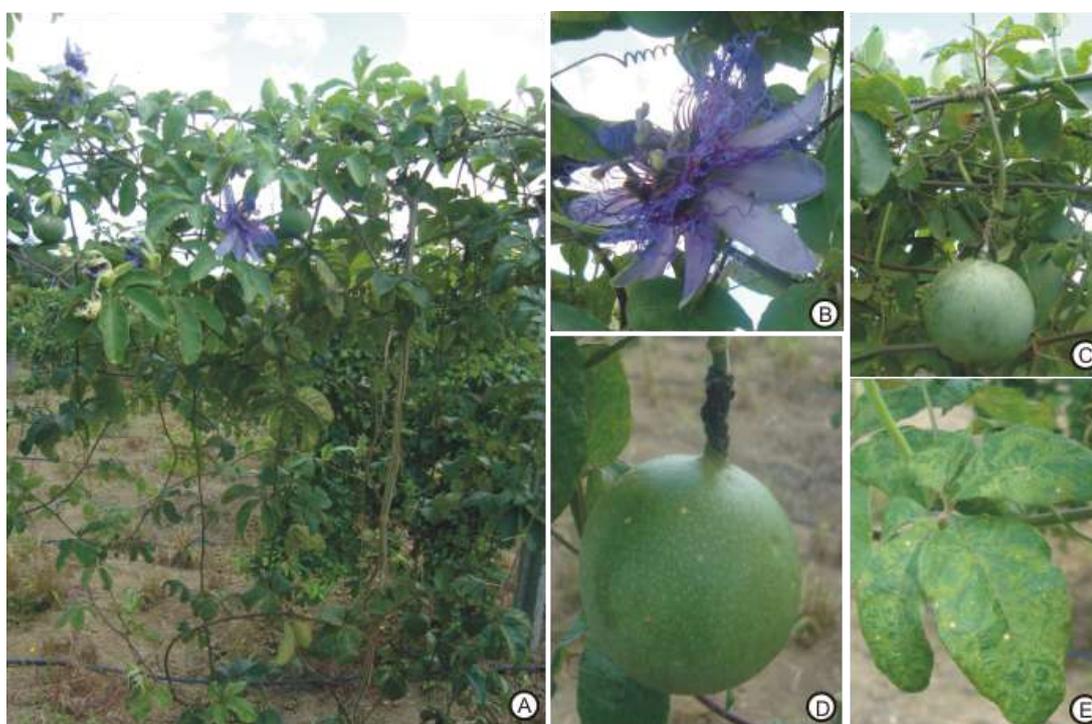
SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008. 674 p.

TAKIMOTO, J.K.; QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; SOUZA-DIAS, J.A.C.; CIA, E. Alterações anatômicas em algodoeiro infectado pelo vírus da doença azul. **Bragantia**, v.68, p.109-116. 2009.

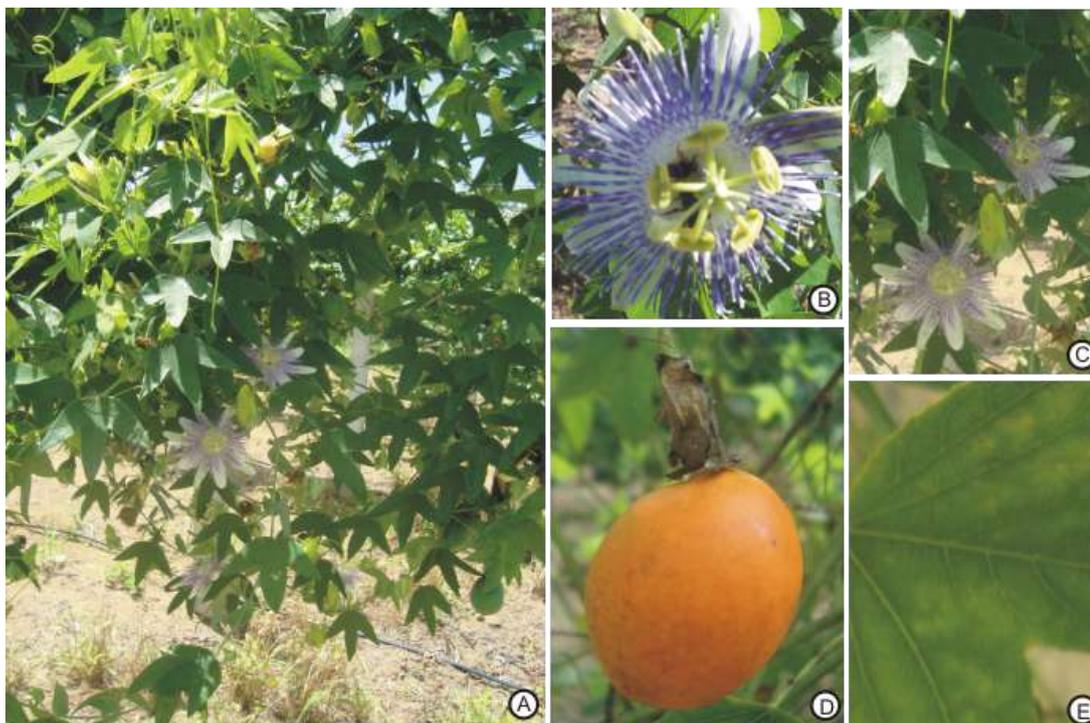
VASCONCELLOS, M.A.S. Ecofisiologia do maracujazeiro e implicações na exploração diversificada. In:FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Embrapa Cerrados, p. 295-314. 2005.



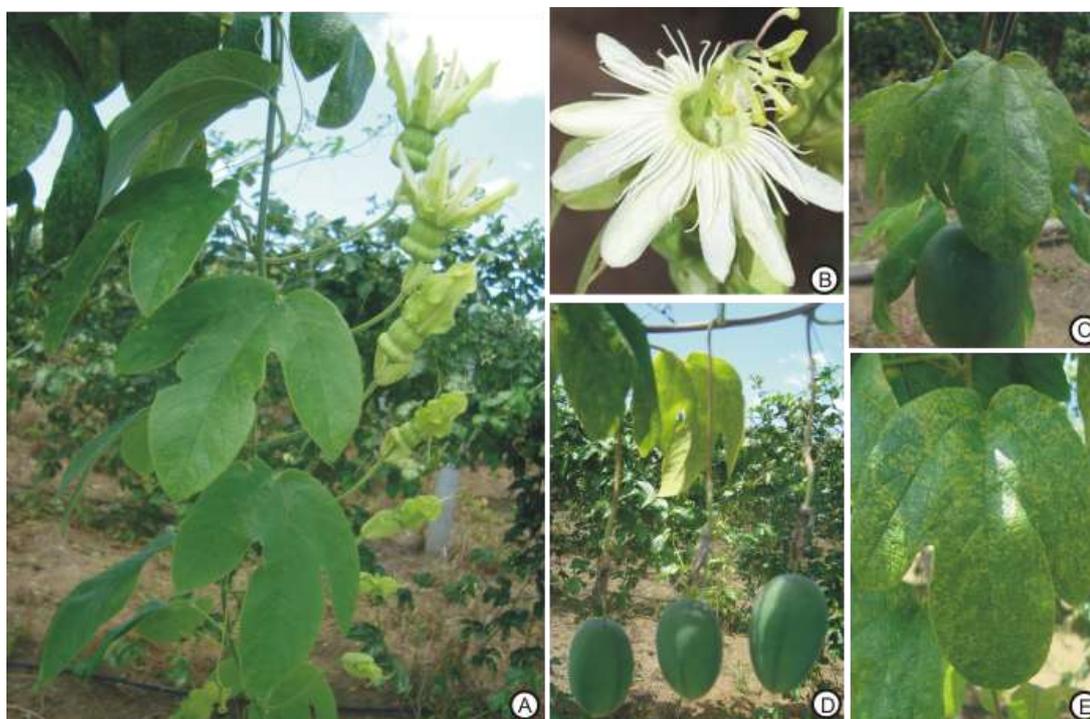
**Figura 1.** *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. A. Hábito. B. Flor. C. Folhas de planta sadia. D. Fruto. E-H: Folhas de plantas infectadas pelo vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, apresentando sintomas. E. Bolhosidades. F. Mosaico e bolhosidades. G. Mosaico. H. Deformações e bolhosidades. Fotos: Naira C. S. Barbosa.



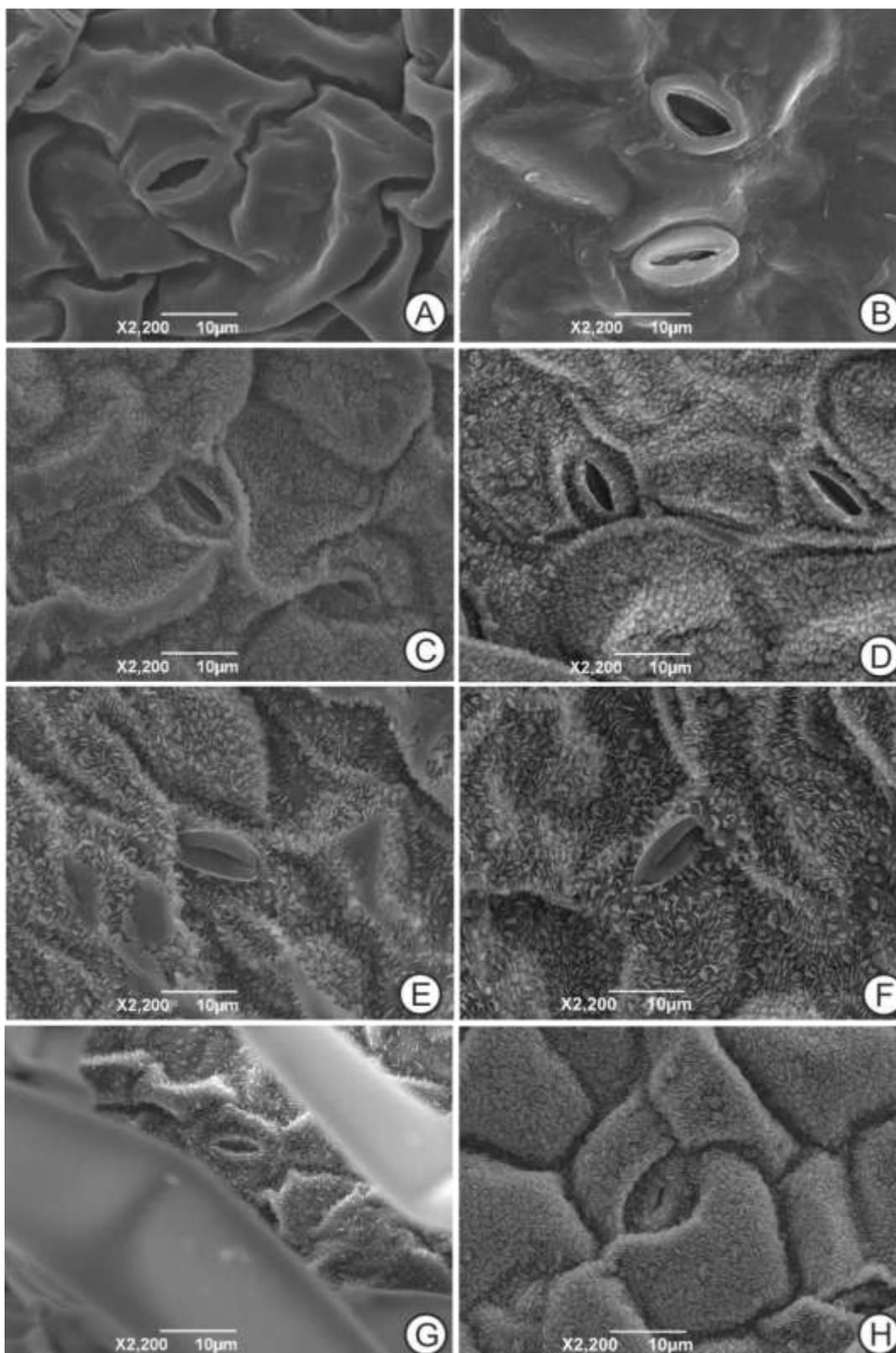
**Figura 2.** *Passiflora cincinnata* Mast. A. Hábito. B. Flor. C-D. Fruto. E. Folha de planta infectada pelo vírus do endurecimento dos frutos, apresentando mosaico. Fotos: Naira C. S. Barbosa.



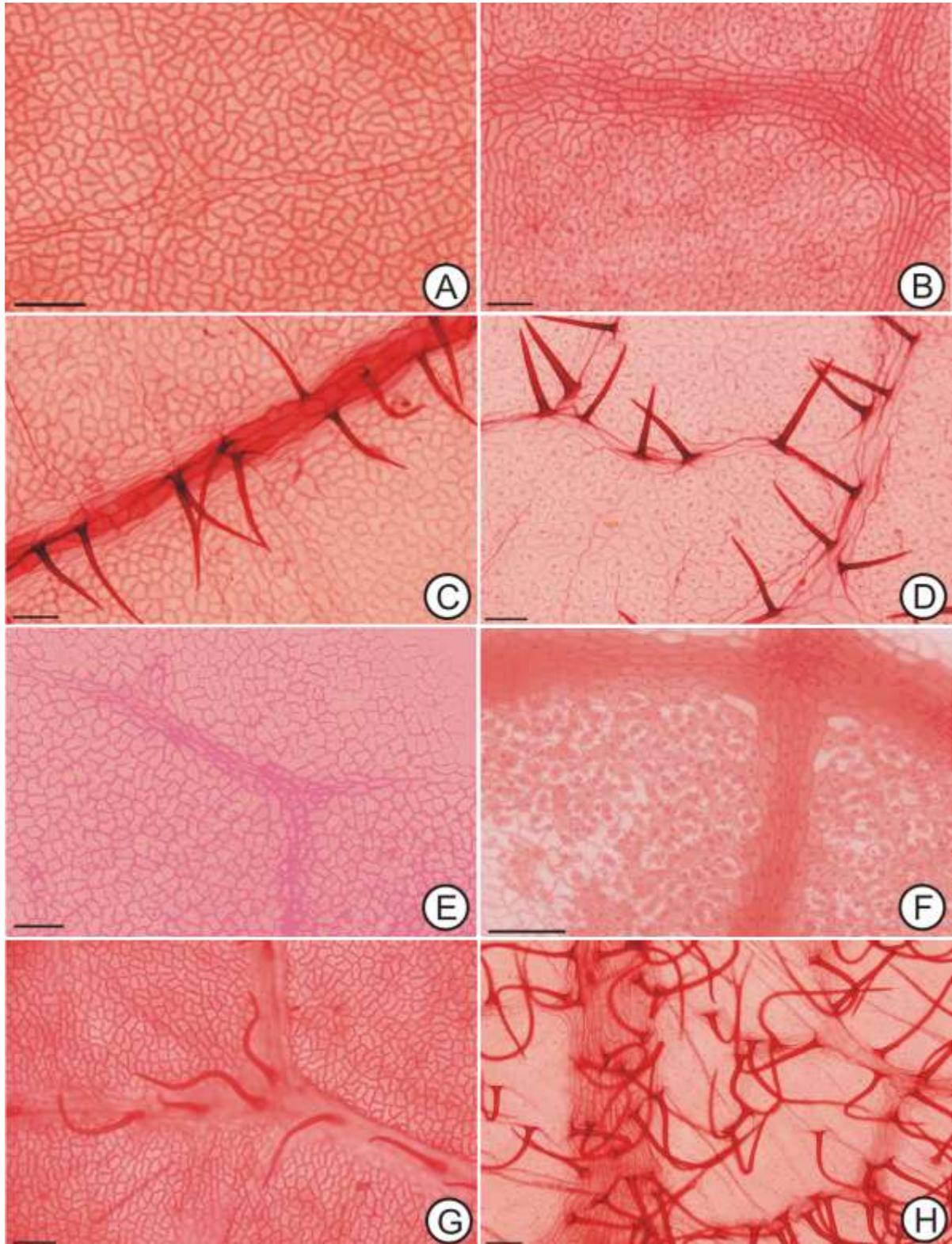
**Figura 3.** *Passiflora gibertii* DC. A. Hábito. B. Flor. C. Folhas e flores. D. Fruto. E. Folha de planta infectada pelo vírus do endurecimento dos frutos, apresentando mosaico. Fotos: Naira C. S. Barbosa.



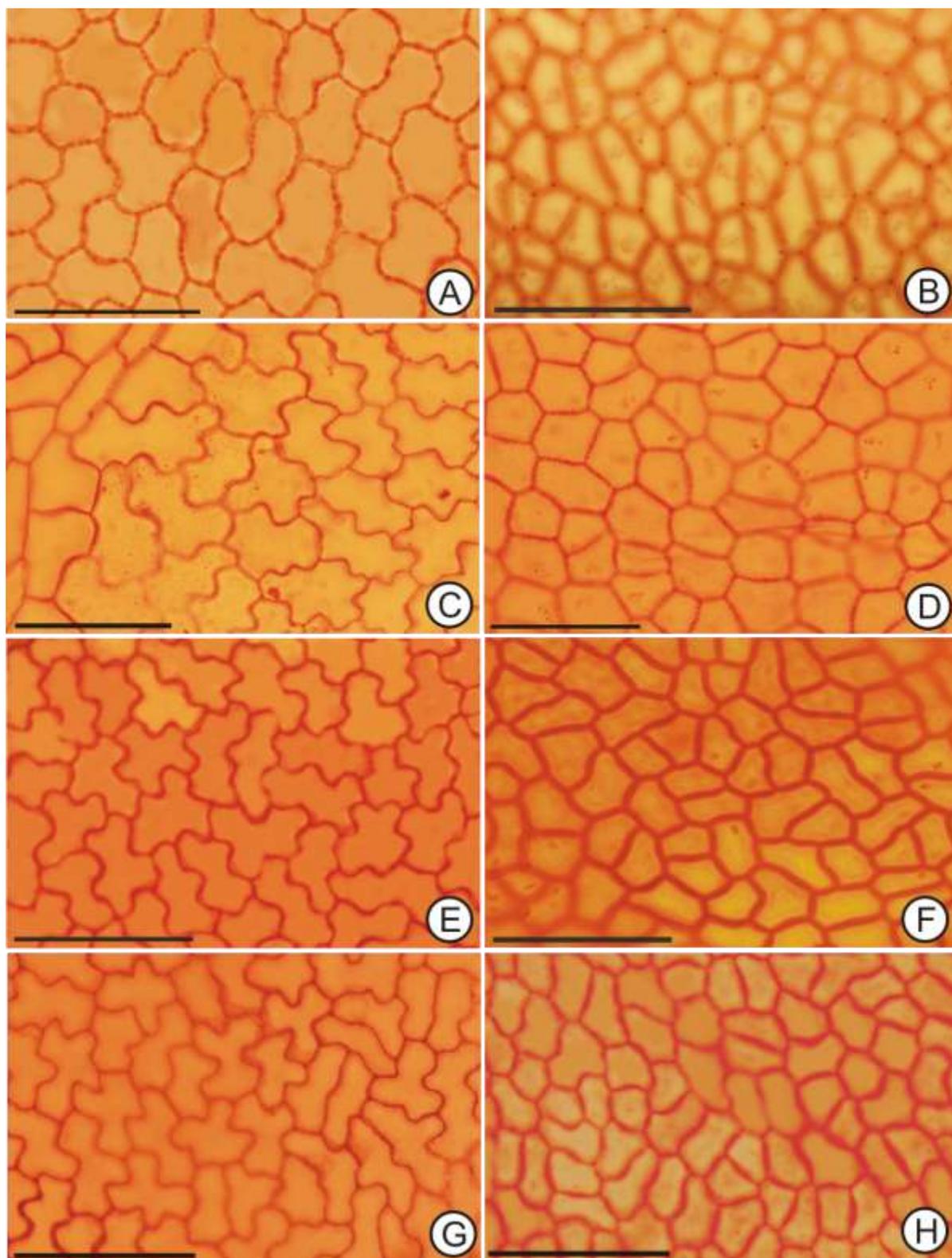
**Figura 4.** *Passiflora setacea* N.E.Br. A. Ramo com folhas e flores. B. Flor. C-D. Fruto. E. Folha de planta infectada pelo vírus do endurecimento dos frutos, apresentando mosaico. Fotos: Naira C. S. Barbosa.



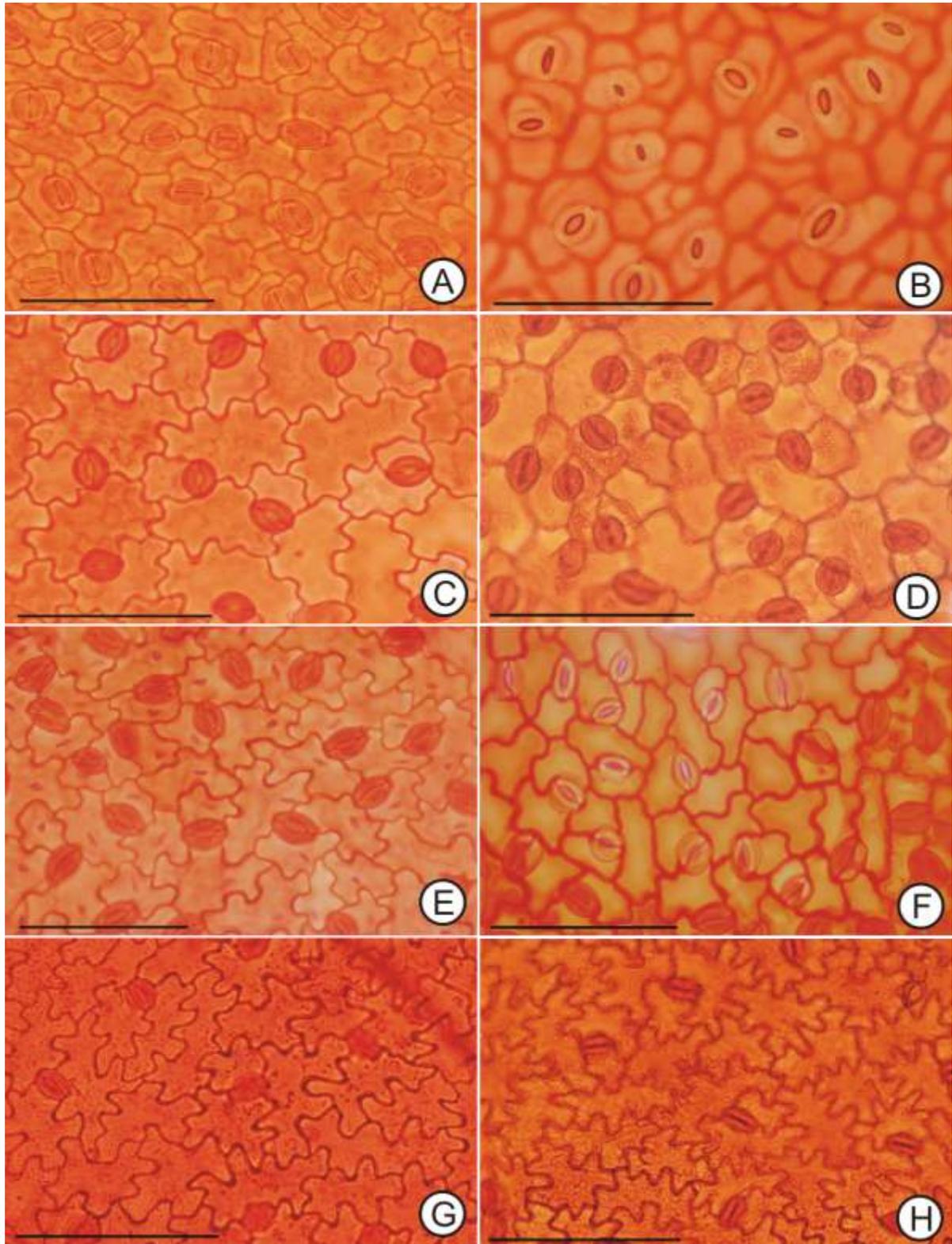
**Figura 5.** Fotomicrografias da superfície abaxial sob microscopia eletrônica de varredura (MEV) das espécies de *Passiflora*, mostrando as plantas sadias e infectadas pelo vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, respectivamente. A-B. *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. C-D. *P. cincinnata* Mast. E-F. *P. gibertii* N.E.Br. G-H. *P. setacea* DC. Barra: 10  $\mu$ m.



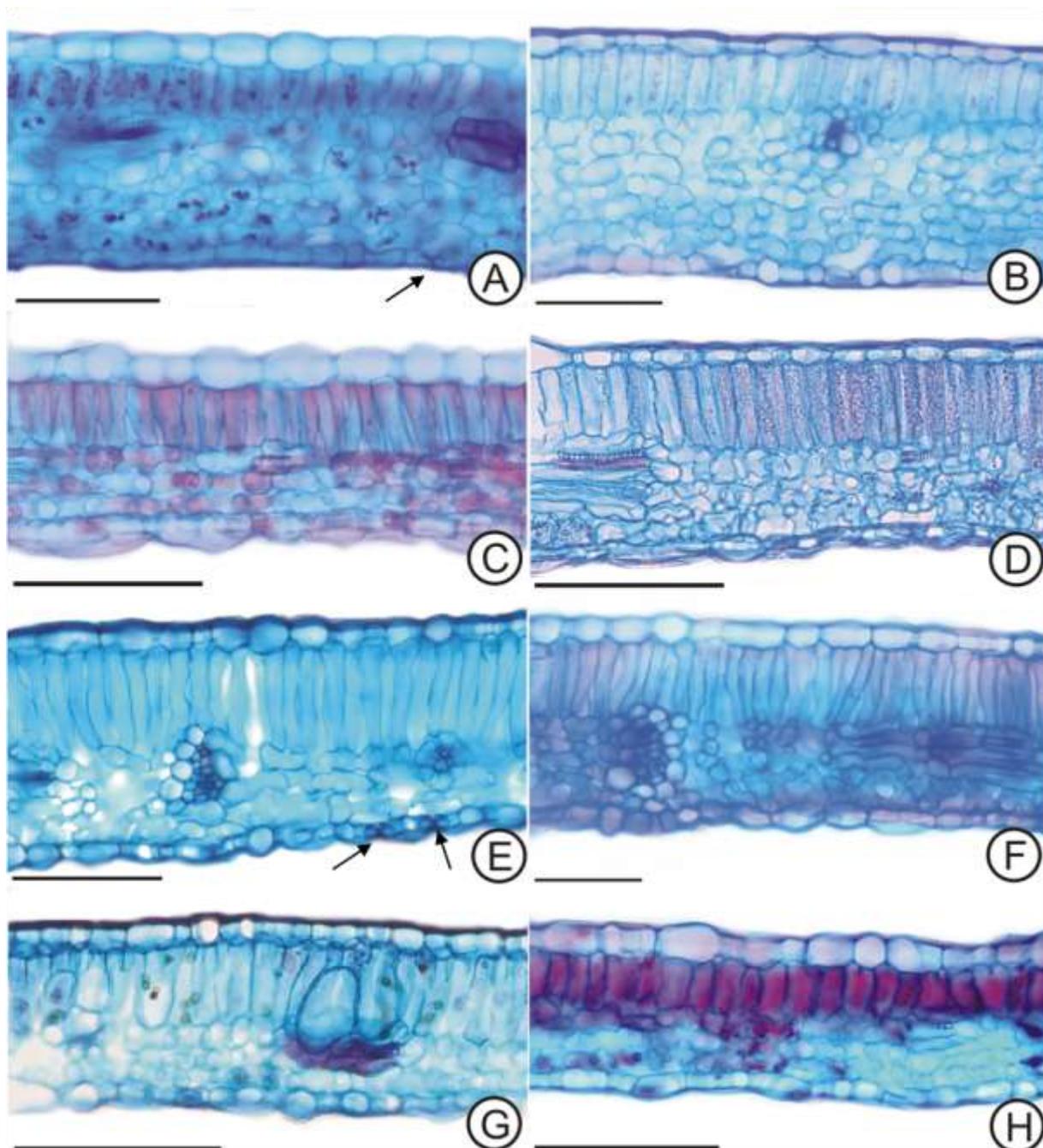
**Figura 6.** Superfícies foliares de plantas sadias de espécies de *Passiflora*, adaxial e abaxial, respectivamente, sob microscopia óptica (MO). A-B. *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. C-D. *P. cincinnata* Mast. E-F. *Passiflora gibertii* N.E.Br. G-H. *Passiflora setacea* DC. Barra: 100µm.



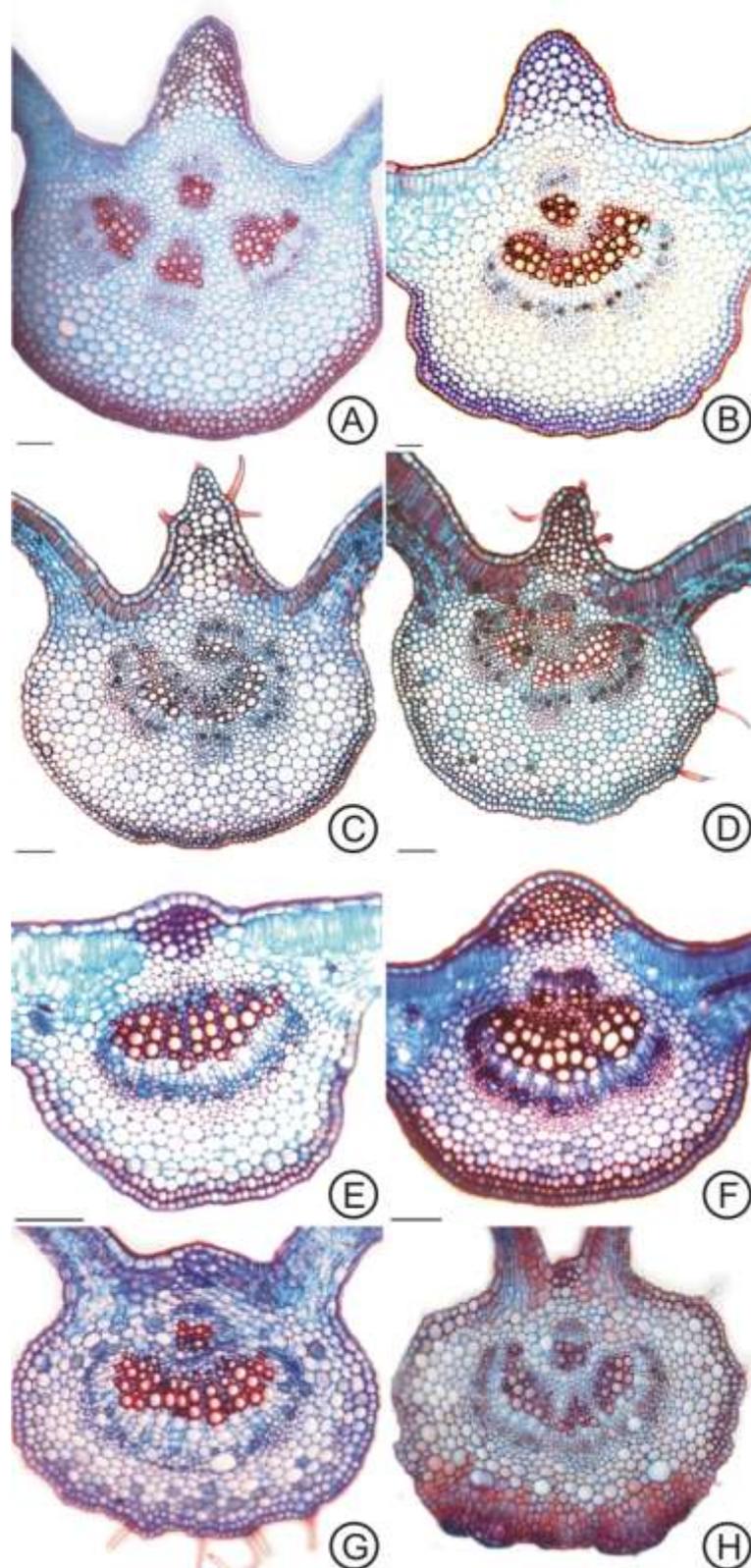
**Figura 7.** Superfícies adaxiais das folhas de *Passiflora* sadias e infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, respectivamente. A-B. *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. C-D. *P. cincinnata* Mast. E-F. *P. gibertii* N.E.Br. G-H. *P. setacea* DC. Barra: 100 $\mu$ m.



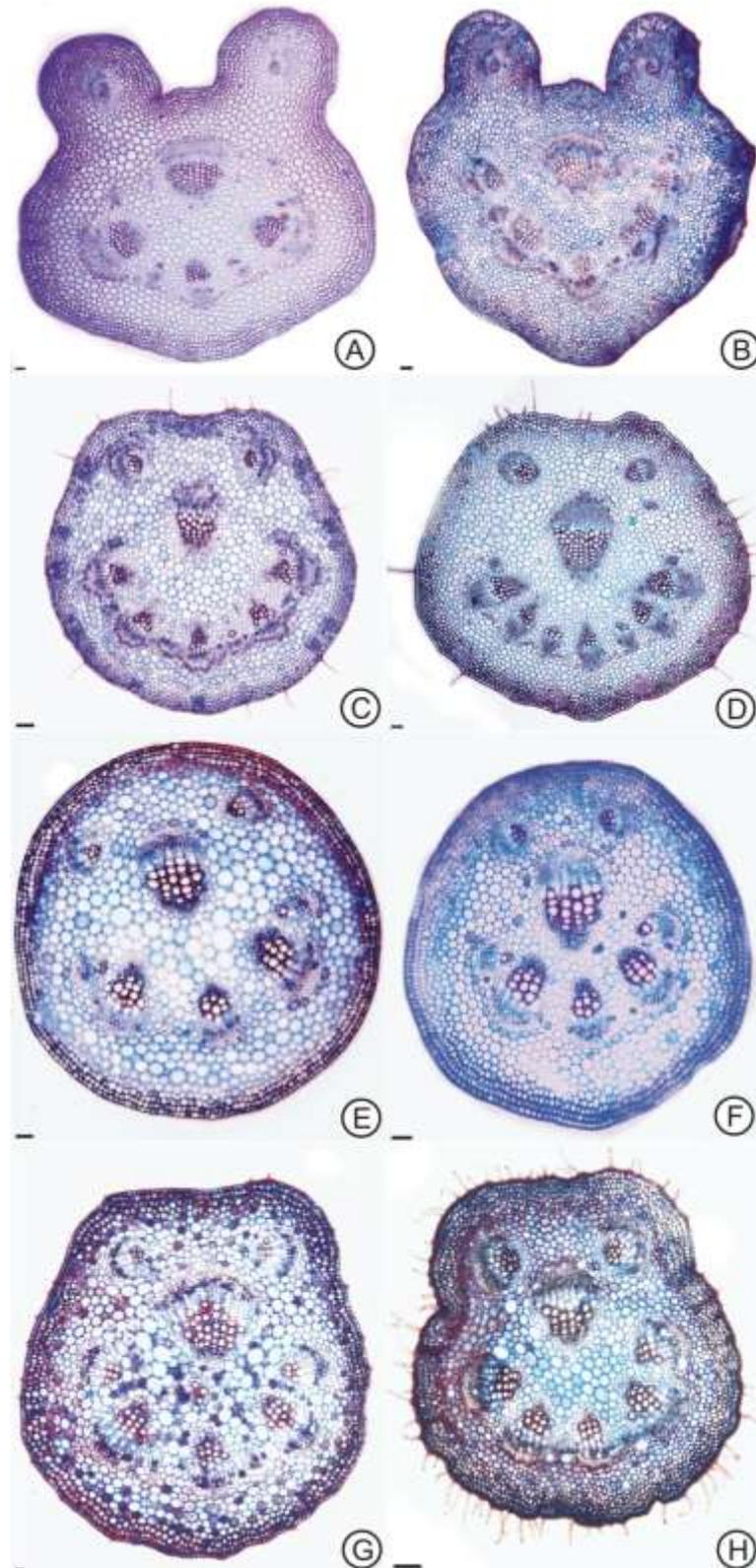
**Figura 8.** Superfícies abaxiais das folhas de *Passiflora* sadias e infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, respectivamente. A-B. *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. C-D. *P. cincinnata* Mast. E-F. *P. gibertii* N.E.Br. G-H. *P. setacea* DC. Barra: 100 $\mu$ m.



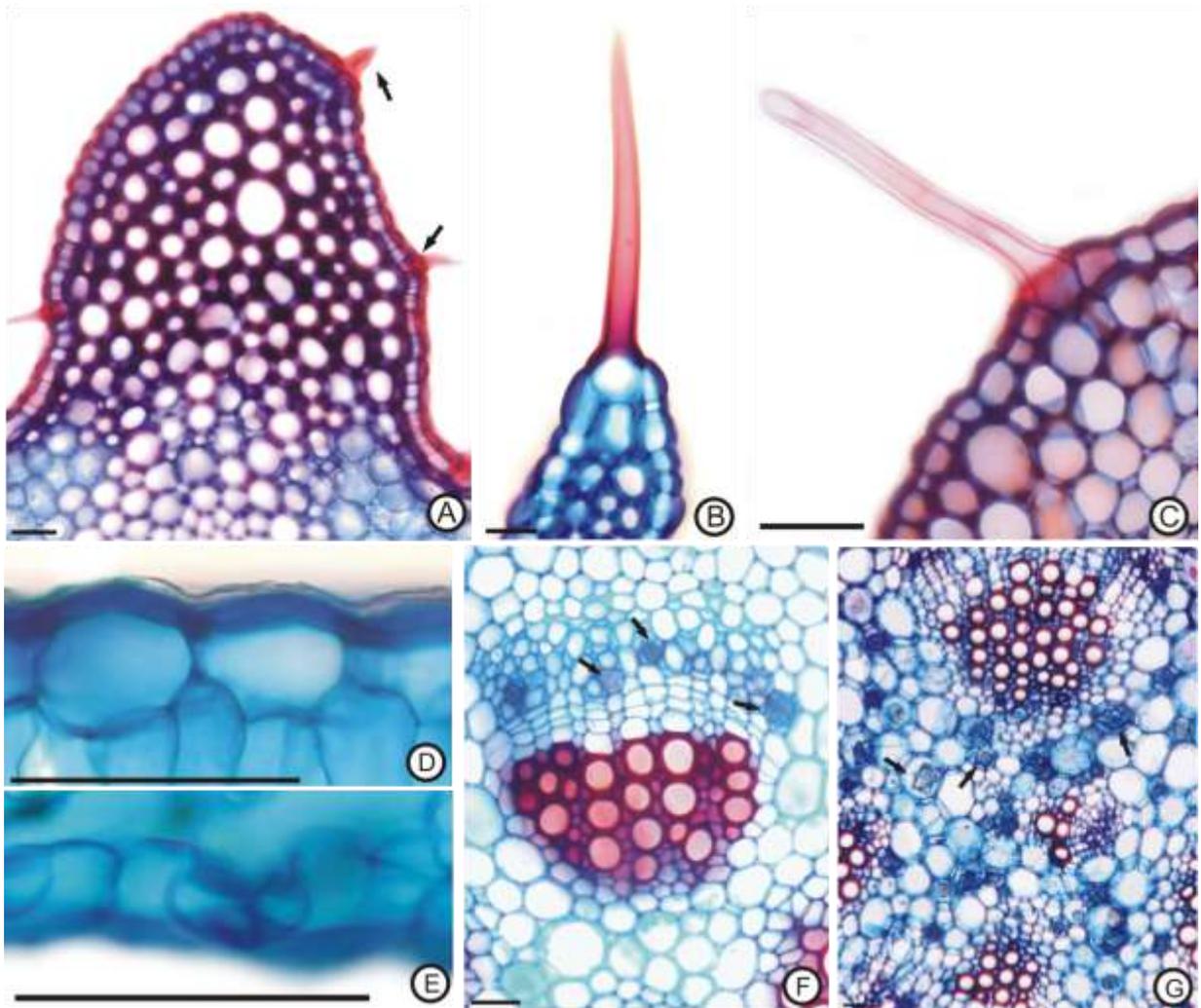
**Figura 9.** Seções transversais da lâmina foliar das folhas de *Passiflora* sadias e infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, respectivamente. A-B. *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. C-D. *P. cincinnata* Mast. E-F. *P. gibertii* N.E.Br. G-H. *P. setacea* DC. Estômatos indicados por setas. Barra: 100 $\mu$ m.



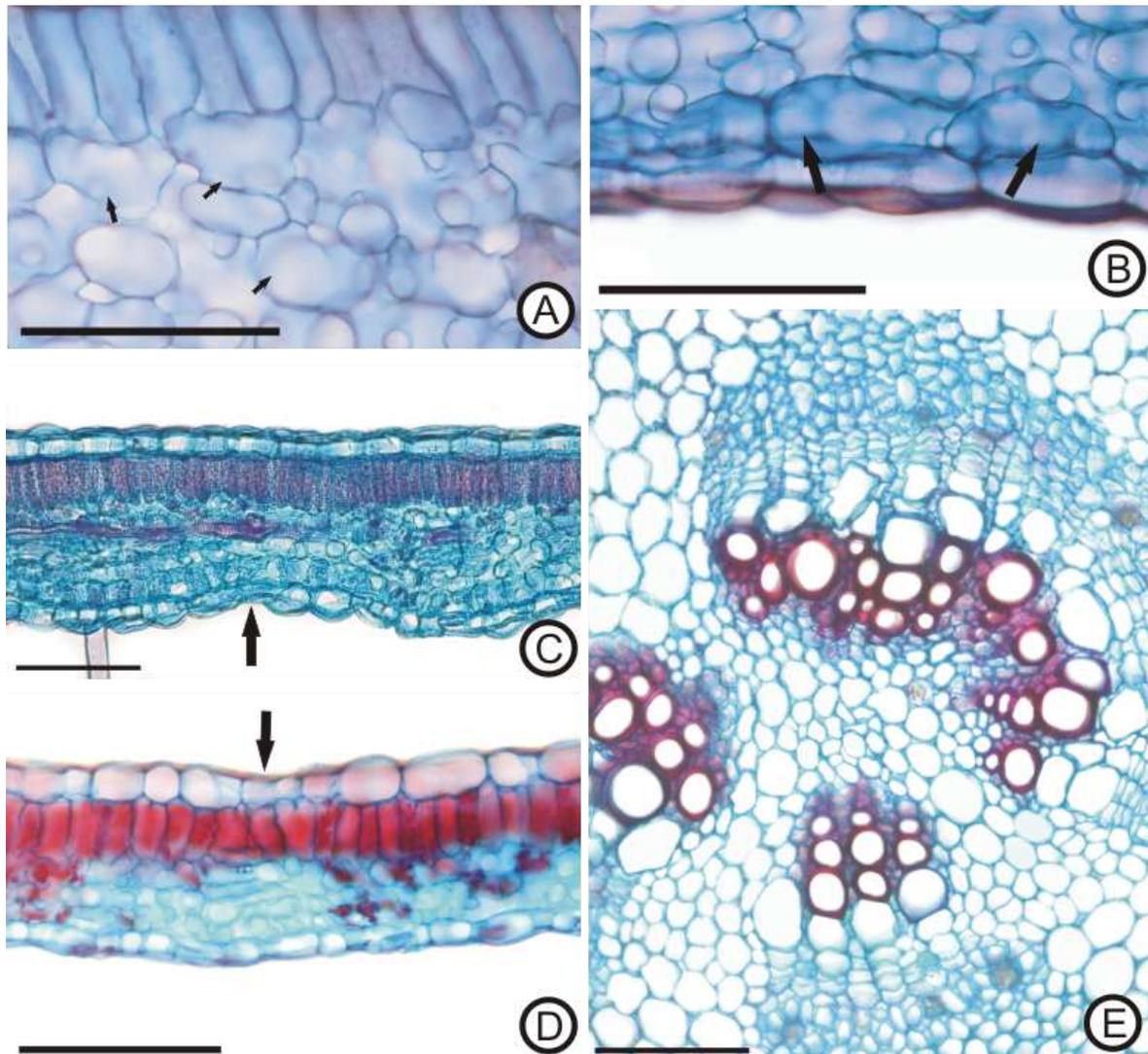
**Figura 10.** Seções transversais da lâmina foliar, região da nervura central, das folhas de *Passiflora* sadias e infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, respectivamente. A-B. *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. C-D. *P. cincinnata* Mast. E-F. *P. gibertii* N.E.Br. G-H. *P. setacea* DC. Barra: 100 $\mu$ m.



**Figura 11.** Seções transversais do pecíolo das folhas de *Passiflora* sadias e infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, respectivamente. A-B. *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. C-D. *P. cincinnata* Mast. E-F. *P. gibertii* N.E.Br. G-H. *P. setacea* DC. Barra: 100µm.



**Figura 12.** Detalhes das seções transversais das folhas de *Passiflora*. A-C. Detalhes da nervura principal com presença de tricomas. A. *P. edulis* f. *flavicarpa* Deg. B. *P. cincinnata* Mast. C. *P. setacea* DC. D. *P. gibertii* N.E.Br: detalhe da epiderme superior mostrando a cutícula espessa sobre a epiderme. E-F. *P. edulis* f. *flavicarpa*. E. Detalhe da epiderme inferior mostrando estômato ao nível das demais células. F. Feixe vascular da nervura principal com presença de drusas (setas). G. *P. setacea* DC. Feixes vasculares do pecíolo com presença de drusas (setas). Barra: 50μm.



**Figura 13.** Seções transversais de folhas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, mostrando detalhes das alterações anatômicas causadas pelo vírus. A-B. *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.: seções do mesofilo com células do parênquima esponjoso hipertrofiadas (setas). C-D. Detalhes do mesofilo mostrando regiões de depressão no limbo (setas). C. *P. cincinnata* Mast.. D. *P. setacea* DC. E. *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.: nervura central do limbo, mostrando a desorganização dos feixes vasculares. Barra: 100 $\mu$ m.

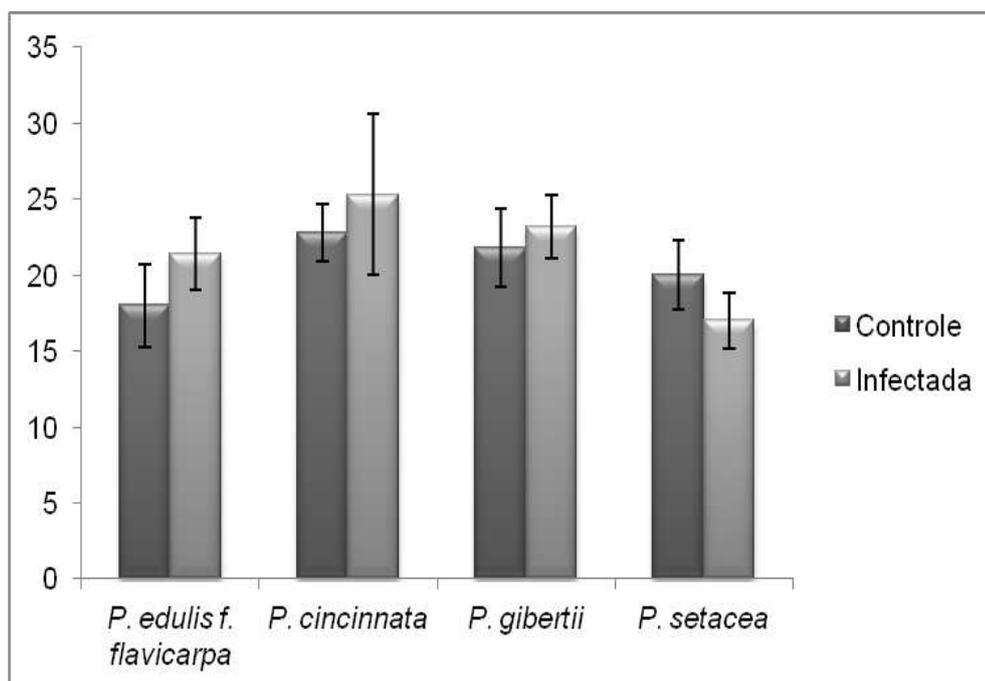
**Tabela 1.** Valores médios e desvio padrão das variáveis anatômicas mensuradas nas quatro espécies de *Passiflora*, obtidas em plantas saudáveis e infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro .

| Espécie                        |            | ES (µm)   | PP (µm)    | PE (µm)     | EI (µm)   | EL (µm)     | DE (est./mm <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------|------------|-----------|------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|
| <i>P. edulis f. flavicarpa</i> | Sadias     | 18,0±2,7a | 34,5±4,3a  | 91,8±6,4a   | 14,9±1,8a | 161,3±9,3a  | 431,8±55,4a                |
|                                | Infectadas | 21,4±2,4a | 51,0±7,3a  | 122,8±13,3a | 17,2±1,6a | 210,9±11,2a | 365,0±75,9a                |
| <i>P. cincinnata</i>           | Sadias     | 22,8±1,9a | 37,1±3,4a  | 49,9±7,5a   | 18,1±2,6a | 127,5±12,3a | 263,8±40,2a                |
|                                | Infectadas | 25,3±5,3a | 61,2±21,4a | 75,4±20,5a  | 21,7±2,7a | 180,6±36,6a | 435,6±41,2a                |
| <i>P. gibertii</i>             | Sadias     | 21,8±2,6a | 64,7±10,1a | 53,6±11,1a  | 16,8±1,9b | 153,1±14,7a | 339,6±44,1a                |
|                                | Infectadas | 23,2±2,1a | 58,7±10,3a | 64,0±4,9a   | 17,2±1,3b | 161,0±10,3a | 445,3±74,5a                |
| <i>P. setacea</i>              | Sadias     | 20,0±2,3a | 44,7±3,8a  | 34,0±5,5a   | 14,2±1,9b | 108,3±6,3a  | 223,2±43,8a                |
|                                | Infectadas | 17,0±1,8a | 42,6±4,3a  | 34,9±3,6a   | 14,8±1,9b | 103,5±5,8a  | 302,1±52,1a                |

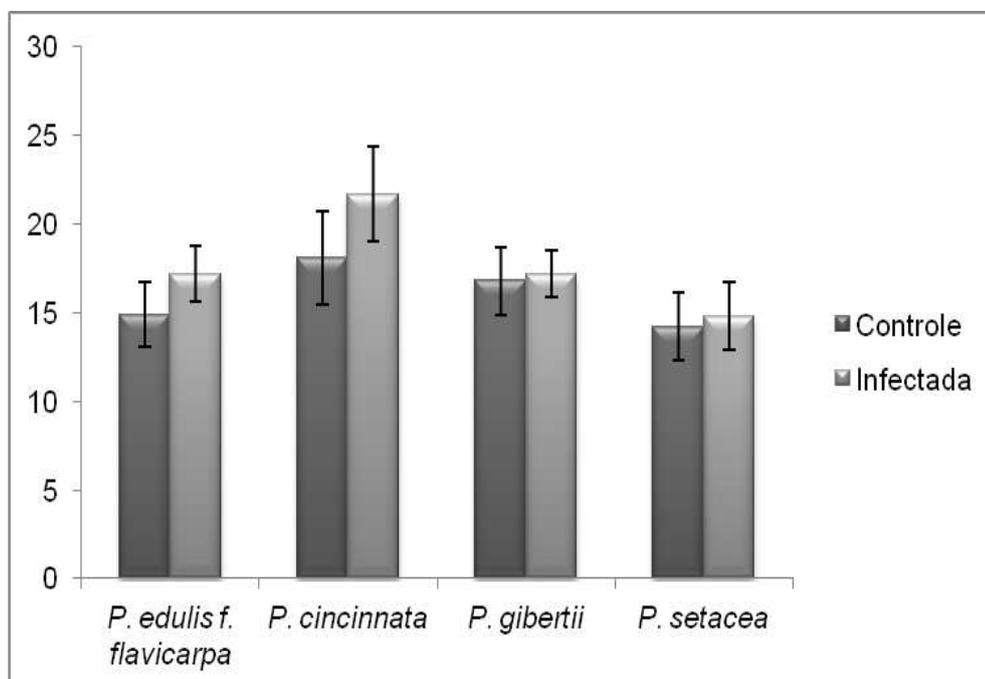
ES=espessura da epiderme superior; PP=espessura do parênquima paliçádico; PE=espessura do parênquima esponjoso; EI=espessura da epiderme inferior; EL=espessura do limbo; DE=densidade estomática.

a=não apresentou diferença significativa

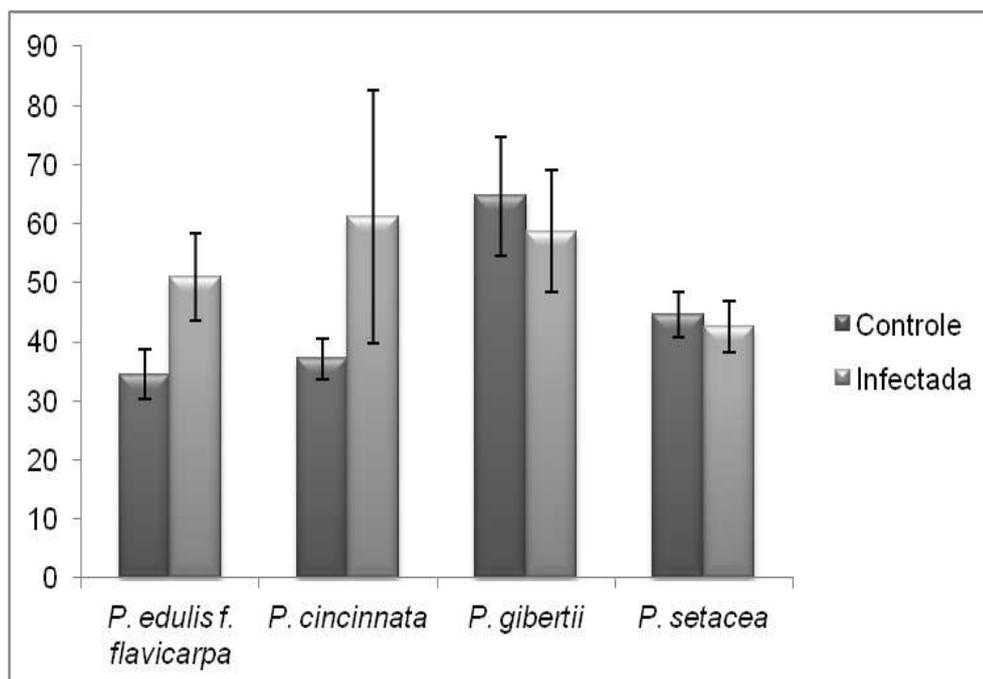
b=apresentou diferença significativa



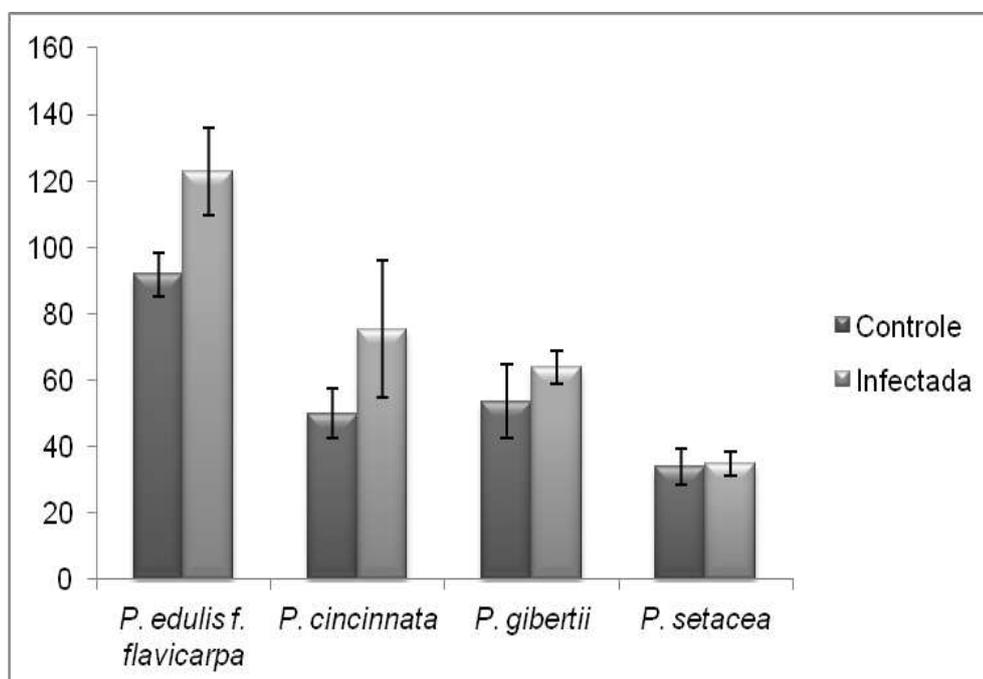
**Figura 14.** Espessura da epiderme superior ( $\mu\text{m}$ ), para as quatro espécies de *Passiflora* analisadas, comparando as plantas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, com as plantas sadias. Valores médios e barras de erro com desvio padrão.



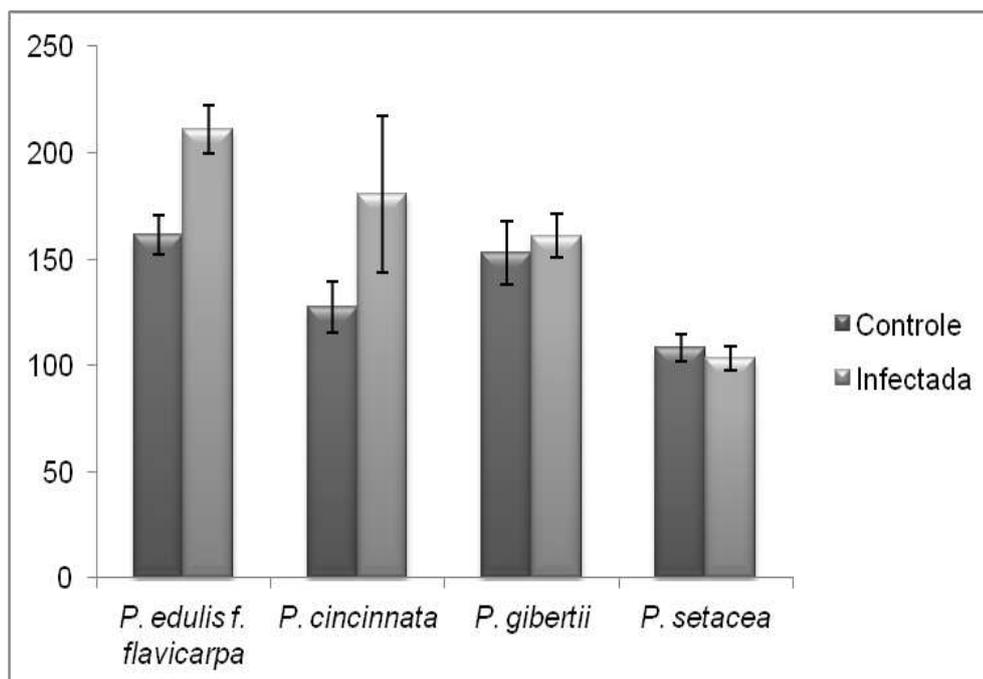
**Figura 15.** Espessura da epiderme inferior ( $\mu\text{m}$ ), para as quatro espécies de *Passiflora* analisadas, comparando as plantas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, com as plantas sadias. Valores médios e barras de erro com desvio padrão.



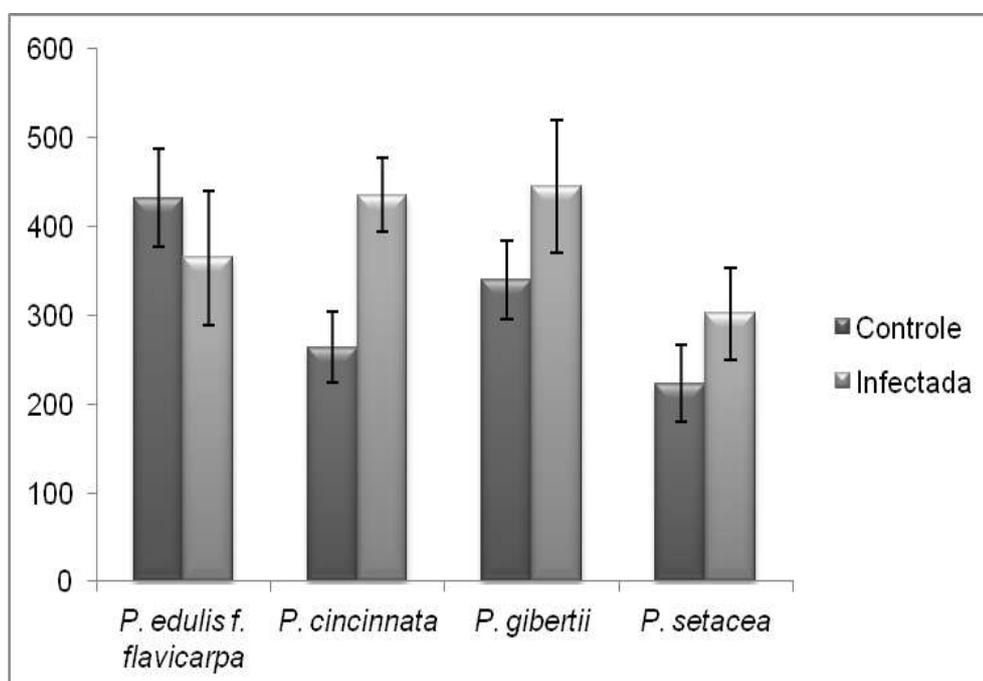
**Figura 16.** Espessura do parênquima paliçádico ( $\mu\text{m}$ ), para as quatro espécies de *Passiflora* analisadas, comparando as plantas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, com as plantas sadias. Valores médios e barras de erro com desvio padrão.



**Figura 17.** Espessura do parênquima esponjoso ( $\mu\text{m}$ ), para as quatro espécies de *Passiflora* analisadas, comparando as plantas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, com as plantas sadias. Valores médios e barras de erro com desvio padrão.



**Figura 18.** Espessura do limbo ( $\mu\text{m}$ ), para as quatro espécies de *Passiflora* analisadas, comparando as plantas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, com as plantas sadias. Valores médios e barras de erro com desvio padrão.



**Figura 19.** Densidade estomática (por  $\text{mm}^2$ ), para as quatro espécies de *Passiflora* analisadas, comparando as plantas infectadas com o vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, com as plantas sadias. Valores médios e barras de erro com desvio padrão.