



Cartilha

Morfologia e anatomia de plantas como base para o conhecimento botânico

Cartilha

Morfologia e anatomia de plantas como base para o conhecimento botânico

Autoras: Renata Cassimiro de Lemos e Yasmin Vidao Hirao

Pesquisadores: Luiza Teixeira-Costa

Apoio Pedagógico: Linda Bernardes

Coordenação: Sonia A. de Andrade Chudzinski

Realização: Instituto Butantan

Apoio: CENTD/FAPESP e Fundação Butantan

Sumário



olimpíada
brasileira
de biologia

04 Introdução

05 Plastídios

06 Vacúolos

07 Parede celular

08 Curiosidades complementares

11 Referências bibliográficas

Introdução



No momento em que estamos vivendo, com a pandemia de Covid-19, o grande foco da ciência está na produção de fármacos e vacinas que possam nos ajudar com a volta à normalidade. Mas como será que as plantas podem entrar na pesquisa e produção dos fármacos e vacinas? Quando pensamos em plantas produzindo substâncias capazes de combater uma doença, logo lembramos das plantas medicinais. De fato, existem muitos fármacos que usam compostos produzidos pelas plantas e são amplamente utilizados na medicina.

Por outro lado, ao pensar em vacinas, não as associamos às plantas, mas sim a ovos, uma metodologia muito conhecida que os utiliza como meio para replicação e obtenção de grande quantidade de vírus, como na vacina da gripe produzida pelo Butantan. Mas você sabia que as plantas são biorreatores ideais para a produção e entrega oral de vacinas e biofármacos¹? A utilização de plantas elimina a necessidade de diversos processos caros e demorados, como purificação e estoque refrigerado, além de permitir a produção rápida e em grande quantidade dos fármacos ou antígenos para vacinas¹. Atualmente já existe uma vacina para Covid-19 produzida em plantas que está em fase de teste em humanos e na qual o antígeno é purificado após a sua produção em tecido vegetal (veja em “Você sabia?”). Mas o próprio tecido vegetal pode ser processado para ser o meio de entrega da vacina por meio de uma pílula (modo oral).

Para chegar ao nível de desenvolvimento biotecnológico que estamos foi, e continua sendo, essencial conhecer as características básicas das células vegetais que possibilitam sua utilização como meio de entrega de fármacos. Então, quais são as características que diferem as células vegetais? A célula vegetal é semelhante à célula animal, com muitas estruturas comuns. Algumas, entretanto, são típicas de célula vegetal: parede celular, vacúolos e plastídios²

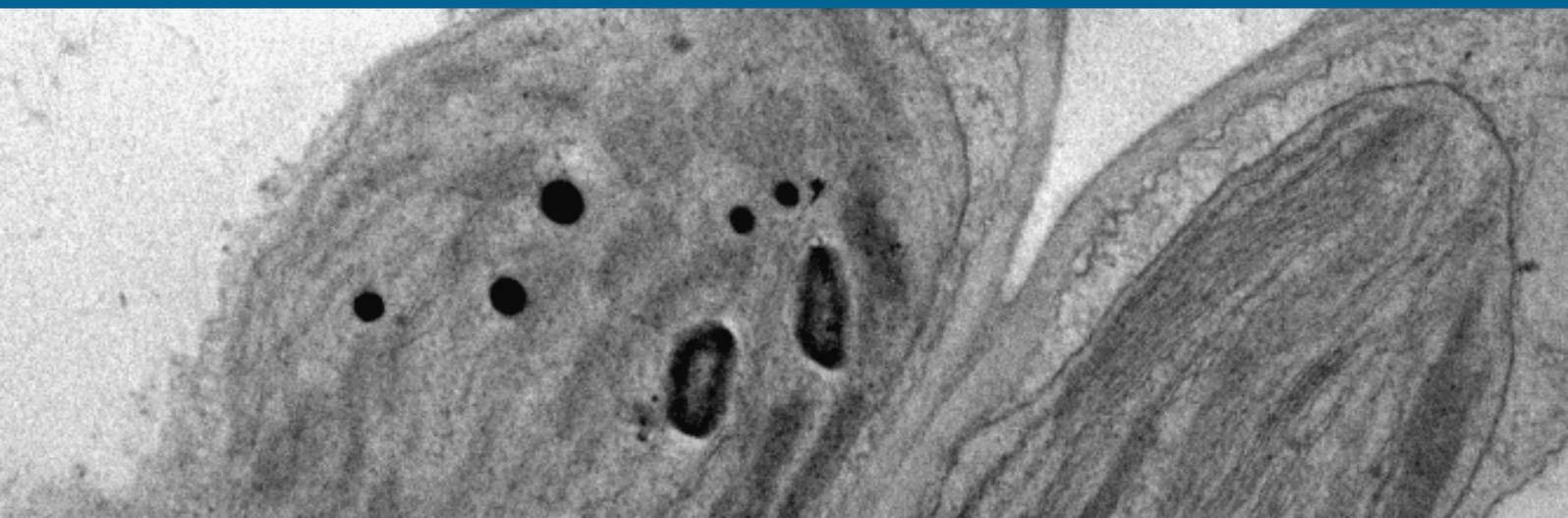
Plastídios

Assim como as mitocôndrias, os plastos parecem ser remanescentes de organismos que estabeleceram relações simbióticas com os ancestrais dos eucariotos atuais. São derivadas de cianobactérias, contêm seu próprio genoma e se autoduplicam².

Os plastídios apresentam formas e tamanhos diversos, sendo classificados de acordo com os pigmentos que contêm ou as substâncias que acumulam, sendo possível a conversão de um grupo para outro durante o desenvolvimento. Os principais tipos são: cloroplastos, cromoplastos e leucoplastos². Em todos os casos, plastídios são constituídos por duas membranas lipoproteicas, contendo uma matriz denominada estroma, onde está uma rede de membranas (tilacoides). A matriz contém DNA, RNA, ribossomos e enzimas para transcrição e tradução de proteínas².

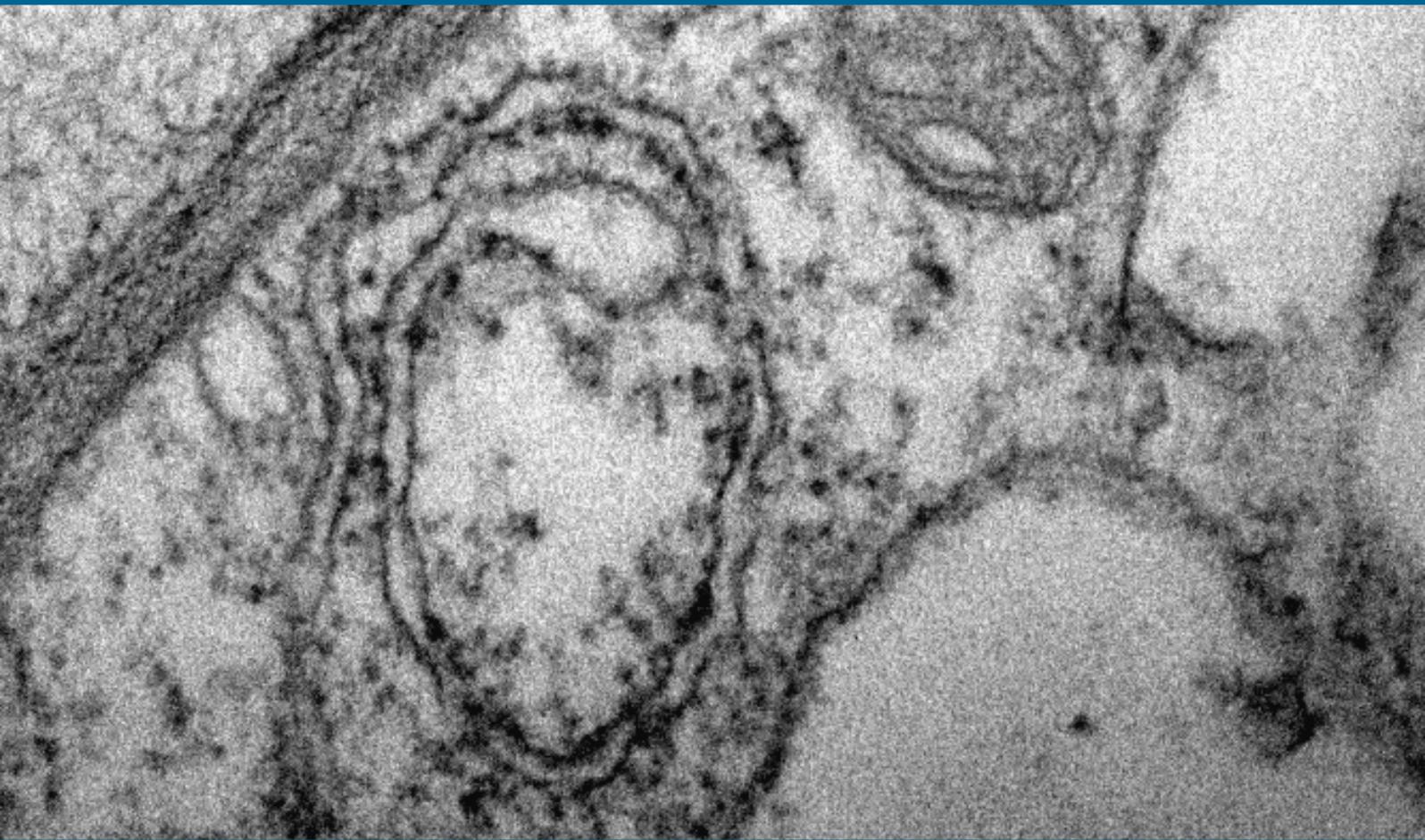
O precursor de todos os plastídios é o proplastídio. Com a presença de luz, os proplastídios podem originar os cloroplastos, que contêm pigmentos do grupo das clorofilas, importantes para a fotossíntese. Já os cromoplastos apresentam carotenoides e são encontrados nas células de pétalas e outras partes coloridas das plantas, sendo formados, na maior parte dos casos, por transformações dos cloroplastos. Os leucoplastos não possuem pigmentos, mas armazenam substâncias como amido (amiloplastos) e proteínas (proteino-plastos); na presença de luz podem se transformar em cloroplastos, como observado em batatas².

Cloroplasto em *Passiflora misera*



Vacúolos

O vacúolo é uma estrutura delimitada por uma membrana trilaminar, o tonoplasto, semelhante à membrana plasmática. O conteúdo vacuolar é ácido, com pH próximo de 5, constituído por água, substâncias inorgânicas e orgânicas (como enzimas). Vacúolos com diferentes especializações podem coexistir na mesma célula, participando de vários processos metabólicos celulares. O vacúolo participa da manutenção do pH da célula, é essencial para o alongamento celular. São também responsáveis pela digestão de outros componentes celulares, além de poderem acumular metabólitos (pigmentos, taninos, alcaloides, etc.) e cristais².



Retículo endoplasmático rugoso, mitocôndria e vacúolo em *Passiflora morifolia*

Parede celular

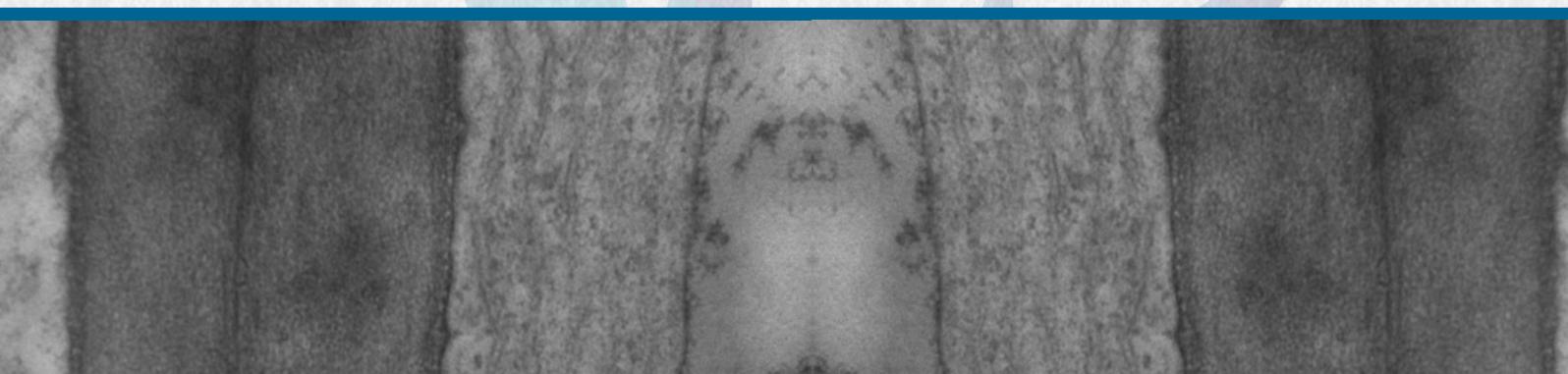


Uma das mais significativas características da célula vegetal, a parede celular envolve externamente a membrana plasmática e é formada por microfibrilas de celulose imersas em uma matriz contendo hemiceluloses e pectinas. Muitas substâncias orgânicas, como lignina, proteínas e lipídeos, podem estar presentes dependendo do tipo celular. Entre a parede celular primária de duas células contíguas está a lamela média, que as une. A parede primária pode ser a única presente em muitas células, em alguns tipos celulares, no entanto, ocorre a deposição de camadas adicionais internamente à parede primária. Além disso, como meio de comunicação entre as células, existem pequenos canalículos que atravessam as paredes, por onde passam a membrana plasmática e projeções do retículo endoplasmático liso².

A parede celular é uma estrutura permeável à água e a várias substâncias, confere forma e rigidez à célula, previne a ruptura da membrana plasmática pela entrada de água na célula, contém enzimas relacionadas a vários processos metabólicos, e atua na defesa contra bactérias e fungos².

A parede celular é a principal característica da célula vegetal que possibilita a entrega de fármacos por via oral. A parede protege as drogas das enzimas estomacais via bioencapsulação. No entanto, micróbios do intestino são capazes de quebrar todos os componentes da parede celular, liberando as substâncias no local ideal para absorção³. Já pensou como facilitaria a distribuição e aplicação de uma vacina por cápsulas com material vegetal contendo os antígenos em seu interior? O futuro nos espera!

Parede celular e retículo endoplasmático liso em *Phoradendron perrottetti*





Curiosidades complementares



Você sabia?

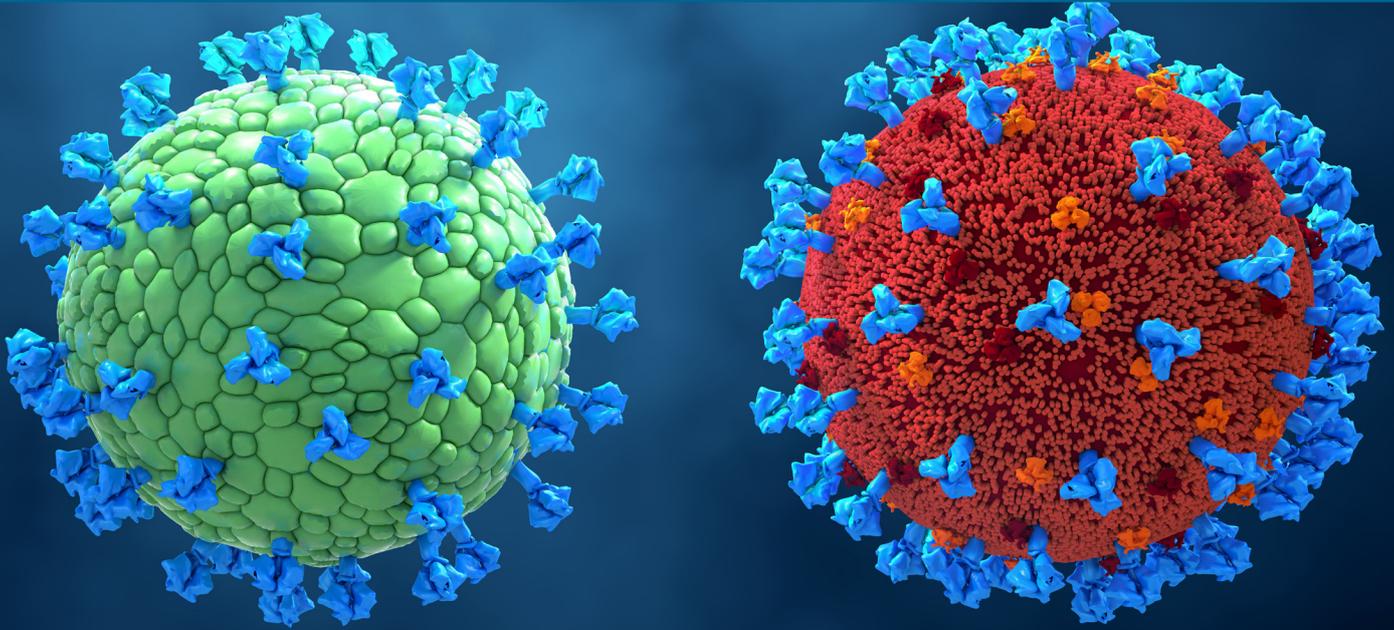


olimpíada
brasileira
de biologia

Cientistas têm utilizado plantas para produção de vacinas contra o vírus SARS-CoV-2, causador da Covid-19. Durante o processo no laboratório, micro-organismos que atacam plantas são modificados geneticamente para apresentarem algumas das moléculas presentes no SARS-CoV-2. Esses micro-organismos são então injetados nas plantas, que agem como bioreatores, produzindo múltiplas partículas pseudovirais (do inglês, *viral-like particles*, VLPs). Essas partículas podem ser, então, extraídas e purificadas para a produção de vacinas. Uma vez injetadas no corpo humano, VLPs estimulam o sistema imune a produzir antígenos de combate ao vírus. Entretanto, VLPs não são capazes de causar a doença, uma vez que não contém o material genético do vírus.

A mesma tecnologia vem sendo utilizada para produção de vacinas contra outras doenças, como a poliomielite. Embora a doença esteja praticamente erradicada, surtos recentes em países do Oriente Médio e sudeste asiático têm preocupado especialistas⁴. Atualmente em fase de teste em camundongos, a vacina contra poliomielite baseada em plantas combina alta eficácia, baixo custo de produção e risco zero de mutação do vírus para formas mais letais - algo que, em raros casos, pode ocorrer com vacinas que utilizam vírus atenuados em sua formulação⁴.

Representações de VLPs (viral-like particles)



Experiência Butantan



O Horto Oswaldo Cruz, hoje parte do Museu Biológico do Instituto Butantan, funcionou efetivamente como horto botânico e sede da Seção de Botânica do Estado de São Paulo entre os anos de 1917 e 1922. A área foi construída com o intuito de cultivar, classificar e analisar quimicamente plantas popularmente consideradas como tóxicas ou recomendadas como medicinais⁵. Entretanto, tais objetivos foram apenas parcialmente atingidos e a Seção de Botânica foi transferida para o Museu Paulista em 1923. De toda forma, diversos estudos a respeito das plantas medicinais cultivadas no local foram publicados pelo botânico Frederico Hoehne, que chefiava a seção.

Adicionalmente, o Horto teve importante papel na história da ciência botânica no Brasil. Até o início da década de 1910, apenas duas outras instituições no país eram dedicadas ao estudo de espécies vegetais. Sob um aspecto ainda mais amplo, o trabalho de Frederico Hoehne à frente do Horto Oswaldo Cruz contribuiu fortemente para os primeiros esforços de arborização urbana na cidade de São Paulo. Além do cultivo de espécies ornamentais de importância paisagística e histórica para a cidade, Hoehne desenvolveu extensa comunicação com o público, difundindo temas relacionados a plantas medicinais e à importância da vegetação urbana para o bem estar coletivo⁵.

Horto Oswaldo Cruz, situado no Instituto Butantan



Referências bibliográficas



- 1.** Daniell H, Singh ND, Mason H, Streatfield SJ. Plant-made vaccine antigens and biopharmaceuticals. *Trends Plant Sci.* 2009. 14(12):669-79.
- 2.** Kraus JE, Louro RP, Estelita MEM, Arduin M. A célula vegetal. Em: Appezato-da-Glória B, Carmello-Guerreiro SM. (Org.). *Anatomia Vegetal*. 3ed. Viçosa. Editora UFV. 2003.p. 31-86.
- 3.** Kwon KC, Daniell H. Low-cost oral delivery of protein drugs bio-encapsulated in plant cells. *Plant Biotechnol J.* 2015;13(8):1017-1022.
- 4.** University of Pennsylvania. Plant-based Polio booster vaccine. *ScienceDaily.* 20 July 2016. <www.sciencedaily.com/releases/2016/07/160720125652.htm>.
- 5.** Hingst-Zaher E, Teixeira-Costa L. 2016. Raízes do paisagismo no Butantan: o Horto Oswaldo Cruz e a contribuição de F.C. Hoehne. Em *Patrimônio, paisagem e cidade*. Enokibara M, Ghirardello N, Salcedo RFB (orgs). ANAP, Tupã.





olimpíada
brasileira
de biologia

**Parabéns por
chegar até aqui!**

Agradecemos o seu
interesse na OBB