

Modificações genéticas em rosas

Talita Yuri Takahashi¹, Livia Maria Duran¹, Paola Leal Nosella², Bruno Rafael Santos de Cerqueira³, Andréa Cristina Peripato⁴

¹ Graduanda (bacharelado) em Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP

² Graduanda (licenciatura) em Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP

³ Doutorando do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

⁴ Departamento de Genética e Evolução, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP

Autor para correspondência - peripato@ufscar.br

Palavras-chave: heterose, enxertia, poliploidia, cultivar, apomexia, genética



Presentes no dia a dia de nossa sociedade, as rosas possuem diversos significados. Para atender à exigência do mercado, como variações na coloração e tamanho, as rosas têm passado, ao longo dos anos, por manipulação genética por meio de melhoramento genético clássico e molecular. O mercado de produção de rosas apresenta polos no Brasil, como em Holambra, interior de São Paulo, em que se beneficia de algumas vantagens dessas manipulações genéticas para produzir cultivares cada vez mais diversificados e atraentes.

Queixo-me às rosas, mas que bobagem/As rosas não falam/Simplesmente as rosas exalam/O perfume que roubam de ti”. Assim diz um dos versos da música “As rosas não falam” do compositor Cartola. Com esses versos já conseguimos perceber alguns dos múltiplos significados que são atribuídos às rosas em nossa sociedade. Elas são as flores mais antigas a serem cultivadas e possuem papel simbólico associado à beleza e atratividade. Retratada nas artes, medicina e em diversas

situações cotidianas (Quadro 1) essa planta, proveniente de terras asiáticas há aproximadamente 5.000 anos, tem registros fósseis de sua forma selvagem datados de 35 milhões de anos. Mas, as rosas nem sempre tiveram o aspecto que observamos nos dias de hoje, nas floriculturas. A rosa moderna é derivada de uma intensa manipulação genética realizada por meio de cruzamentos e seleção de características apreciáveis (Figura 1), que vêm ocorrendo desde o final do século 18.

Quadro 1.
Curiosidades sobre as rosas.

Mitologia Grega	Afrodite presenteia uma rosa a seu filho Eros, o Deus do amor. E desde os tempos mais remotos, a rosa passou a ter um significado de amor e desejo . Também se tornou símbolo do silêncio e segredo , pois Eros deu uma rosa para Harpócrates, Deus do silêncio, com o objetivo que ele não comentasse sobre as indiscrições amorosas de sua mãe.
Idade média	A rosa era usada para pedir silêncio ao público, assim, durante apresentações na câmara municipal uma rosa era suspensa no teto indicando que a plateia deveria silenciar.
Mitologia Romana	Os romanos acreditavam que os túmulos deveriam ser cobertos por rosas, pois apaziguariam os Manes (espíritos dos mortos). Indivíduos da alta sociedade cultivavam jardins inteiros de rosas para fornecerem flores a suas sepulturas.
Dias atuais	A rosa vermelha é o maior símbolo de amor. As rosas brancas possuem o significado de inocência, pureza e paz. A amarela significa satisfação, amizade, promessa de um novo começo e alegria. A rosa cor de rosa significa graça e gentileza, apreciação, gratidão, admiração.



Figura 1.
Rosa selvagem e rosa moderna, respectivamente. (Fonte: <http://br.freepik.com>).

MELHORAMENTO GENÉTICO DAS ROSAS: MODIFICAÇÕES GENÉTICAS

As rosas pertencem à família Rosacea, gênero *Rosa* (ver classificação completa no Quadro 2) e possuem cerca de 150 espécies. Assim como outras plantas, as rosas passaram a ser cultivadas pelo homem. A observação de seus ciclos reprodutivos e o desenvolvimento de

algumas técnicas de plantio permitiram que fossem selecionadas características desejáveis para comporem seus cruzamentos. Esse processo ocorreu mesmo antes do conhecimento dos mecanismos da herança biológica. Hoje sabemos que a resposta a essa seleção, ou seja, a obtenção e manutenção das características desejáveis são possíveis devido a informações genéticas associadas a tais características. Se existe **variação genética**

Variação genética - diferença genética entre os membros de uma população, no caso, rosas.

Cultivar - qualquer variedade de planta produzida mediante técnicas de cultivo que diferem do que ocorre no seu estado silvestre.

para a característica e dependendo da forma como essa seleção for direcionada, a resposta esperada pode aparecer logo nas primeiras gerações. No entanto, a grande maioria das características é complexa e não apresenta um mecanismo simples de determinação genética. As características complexas são determinadas por muitos genes e também são influenciadas por fatores ambientais o que

torna variável a velocidade de obtenção de **cultivares** portadores das mesmas. Entre as características desejáveis para melhora-mento genético não estão somente aquelas relacionadas a atratividade das rosas, como cor, formato e aroma, mas também a pre-co-cidade na floração, a senescência tardia e a resistência a fungos e outros estresses am-bientais.

Quadro 2.

Classificação taxonômica, tipos e distribuição das rosas.

Reino	Plantae
Divisão	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordem	Rosales
Família	Rosaceae
Gênero	<i>Rosa</i>
Distribuição	Cultivada em quase todo o globo terrestre, pode se adaptar a qualquer clima, mas tem preferência pelo temperado. O melhor tipo de solo para o cultivo é o areno-argiloso, rico em matéria orgânica e com um bom sistema de drenagem.

Poliploides - uma célula contendo mais do que dois conjuntos básicos de cromossomos, ou um organismo composto de tais células.

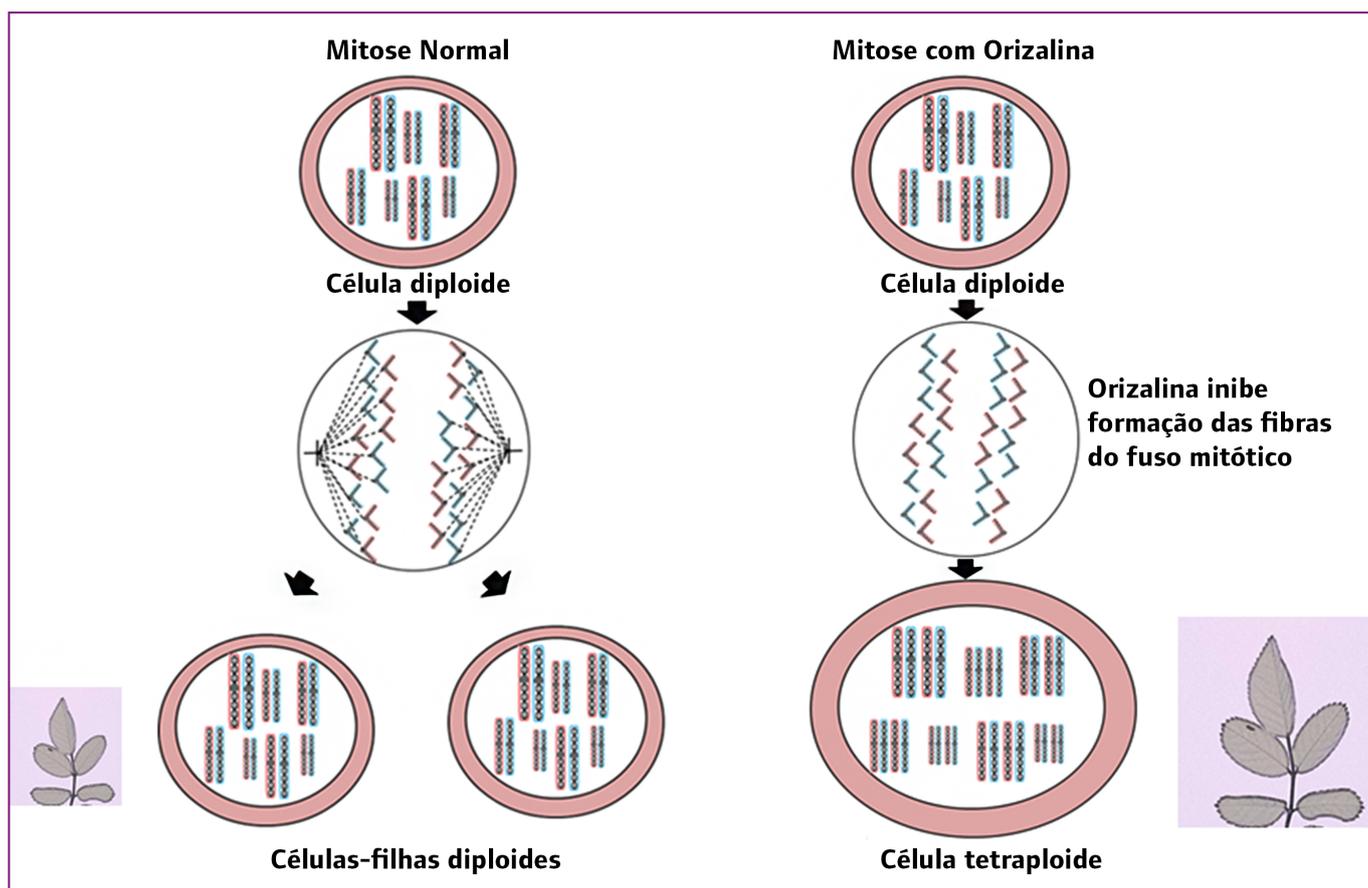
Uma das possibilidades de se realizar o melhoramento genético é por meio do cru-zamento entre diferentes variedades ou da mesma espécie, o que permite selecionar uma característica desejável se houver varia-ção para a mesma. Por exemplo, se a espécie apresentar algumas plantas com espinhos e outras sem espinhos e, se a ausência de es-pinhos for a característica a ser selecionada, são realizados cruzamentos entre plantas com nenhum ou com poucos espinhos. O procedimento é repetido até o limite dessa seleção, ou seja, a partir do momento em que o número de espinhos nas plantas descen-dentes não diminuir mesmo após sucessivos cruzamentos entre parentais com poucos espinhos. Este limite é determinado pela va-riação genética existente entre as plantas que estão sendo cruzadas.

ram as espécies *Rosa gigantea* e *Rosa chinensis*, obtendo a *Rosa odorata*, chamada de rosa de chá, pois sua fragrância pode ficar remi-niscente no chá preto chinês. Além disto, a *Rosa odorata* possui uma gama de cores que inclui tons pastel, rosa, amarelo e damasco, sendo as duas últimas cores uma novidade na época em que o híbrido foi criado.

Outra técnica utilizada no melhoramento ge-nético das rosas é a obtenção de **poliploides**. O número básico de cromossomos (n) das rosas é 7 (n=7), porém, podem ser encon-tradas na natureza variedades poliploides, ou seja, com número de cromossomos múltiplos de 7. Em cultivares a poliploidia é mais fre-quente do que na natureza, pois novos cul-tivares poliploides são obtidos por indução. Em plantas, a indução é feita por tratamento com orizalina, um herbicida que inibe a for-mação das fibras do fuso na divisão celular (Figura 2). O aumento do número de cro-mossomos é acompanhado pelo aumento dos volumes do núcleo e da célula e, geral-mente, pelo aumento do tamanho das péta-las, folhas e flor como um todo.

Hibridação entre espécies - união de gametas de espécies diferentes, resultando em uma planta híbrida com informação genética de ambas as espécies, ou seja, novas combinações genéticas.

Além de cruzamentos direcionados entre plantas de diferentes variedades outras téc-nicas podem ser utilizadas no melhoramen-to genético das rosas. A **hibridação entre espécies** de rosas foi realizado pela primeira vez pelos chineses no século 18. Eles cruza-



A reprodução por **apomixia** é outra técnica usada no melhoramento. Na apomixia, uma célula somática do ovário dá origem ao em-

brião, formando sementes férteis. Isso acontece sem que haja fecundação como nos casos de reprodução sexuada. Por isso, as sementes

Figura 2.

Representação da mitose em rosas sem e com tratamento com orizalina. Na mitose convencional os cromossomos são ancorados nas fibras do fuso e, em anáfase, ocorre a segregação das cromátides irmãs para polos opostos da célula. À esquerda está representada a anáfase de uma mitose normal, em que uma célula diploide (com dois conjuntos cromossômicos, $2n=14$) gera duas células-filhas diploides. À direita a célula foi tratada com orizalina, que impede a formação das fibras do fuso. Conseqüentemente, em anáfase não há a migração das cromátides irmãs, que são então reunidas em uma única célula, originando uma célula tetraploide (com quatro conjuntos de cromossomos, $4n=28$).

Apomixia - forma assexuada de reprodução em plantas, em que as sementes são produzidas antes que ocorra a fertilização, resultando em sementes que darão origem a plantas geneticamente idênticas à planta mãe.



Heterose - também conhecida como vigor híbrido é o fenômeno resultante do cruzamento entre raças ou linhagens diferentes, em que a prole (híbrida) resultante pode apresentar melhor desempenho (mais vigor ou maior produção) do que a média de seus parentais.

resultantes possuem a mesma composição genética da planta mãe. A reprodução por apomixia é muito usada no caso de caracte-

rísticas que apresentam **heterose**, fazendo com que a característica heterótica seja perpetuada ao longo das gerações (Figura 3).

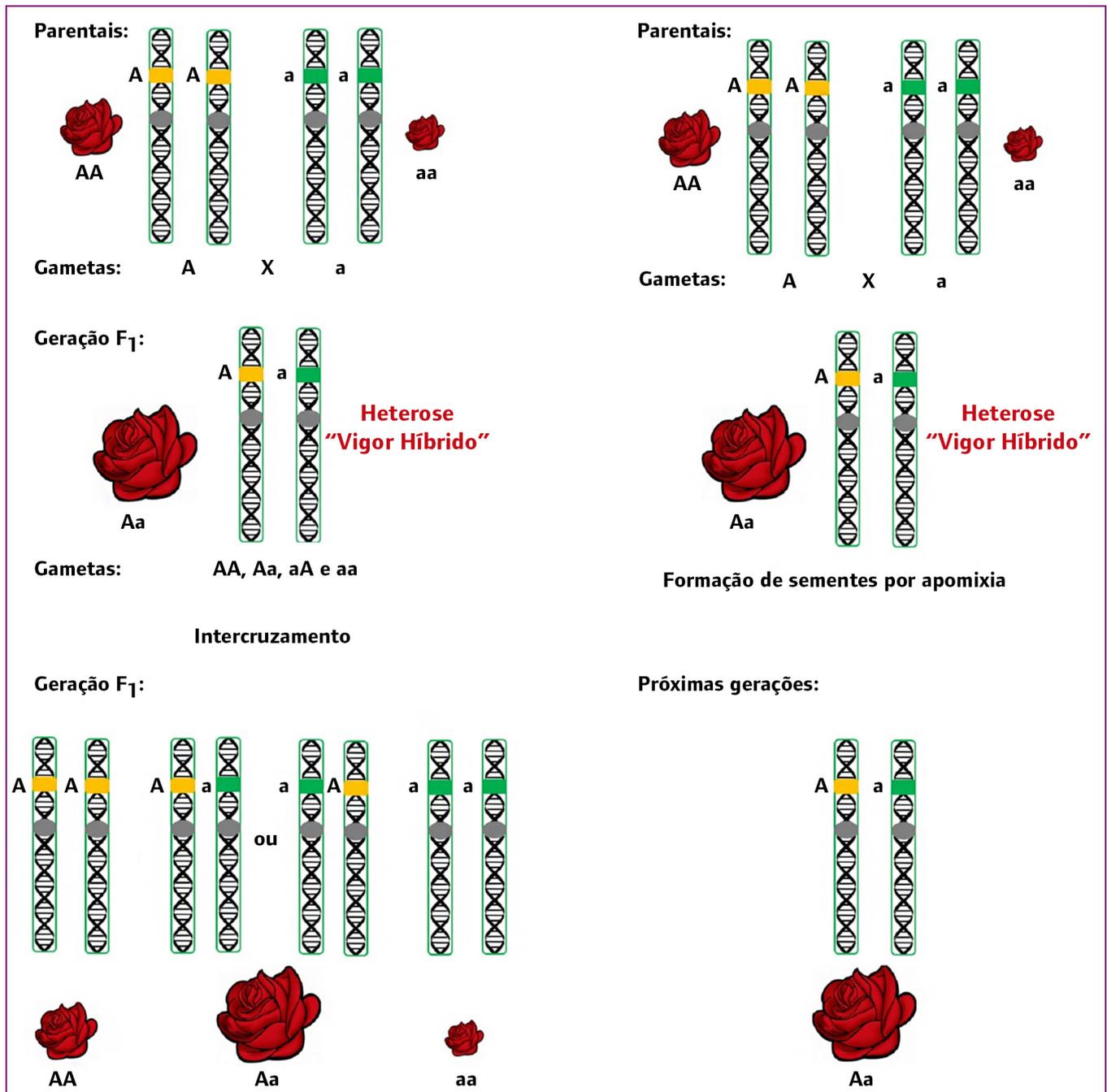


Figura 3.

Efeito da heterose em um cruzamento por reprodução sexuada normal e por apomixia. À esquerda está representado o cruzamento entre "linhagens puras" contrastantes para a característica tamanho da flor e a geração de híbridos F₁ com flores com tamanho superior aos parentais. No intercrossamento entre os indivíduos de F₁ é obtida a geração F₂ com todos os tipos de combinações dos gametas da geração F₁, ou seja, a heterose não é mantida em todos os indivíduos da geração F₂. À direita está representada a formação de híbridos heteróticos. A heterose é perpetuada ao longo das gerações por meio da apomixia.

Petúnias - plantas herbáceas típicas de locais tropicais e subtropicais da América do Sul, e que possuem caules cobertos por pelos e flores em forma de funil com coloração avermelhada ou azulada.

Carotenoides - constituem um importante grupo de pigmentos naturais responsáveis pela coloração que vai do amarelo ao vermelho.

Citocromo P450 - enzima envolvida no metabolismo de flavonoides.

Com o advento da tecnologia do DNA recombinante e o conhecimento de produção de organismos geneticamente modificados, ganhou força e chegou até a produção de novos cultivares de rosas. A transgênese consiste em modificar o material genético de uma espécie ou organismo pela introdução de uma ou mais sequências de genes/DNA oriundo de outra espécie ou organismo (Figura 4). Um exemplo de aplicação da técnica foi a criação da rosa azul, que não existe na natureza. Ela foi desenvolvida por pesquisadores do Japão e Austrália, que transferiram um gene de **petúnias**, responsável pela produção de pigmento. Os grupos de pigmentos que são responsáveis pela coloração natural em flores são as **betalaínas**,

carotenoides e **flavonoides**. Nas petúnias, o gene F3',5'H (*flavonoid 3',5'hydroxylase*) codifica a enzima **citocromo P450**, que controla a concentração de um tipo de flavonoide, **antocianina delfinidina**, que não está presente nas rosas. Pela transgênese foi possível a transferência desse gene, entre outros, para a produção da rosa azul. Uma característica que, com o melhoramento genético, foi sendo perdida nas rosas, foi sua fragrância. As belas rosas que encontramos nas floriculturas não apresentam o tão envolvente cheiro que encontramos nas rosas que estão em nossos jardins. Para recuperar esse aroma nos cultivares de rosas, pesquisadores da Universidade da Flórida identificaram um gene no tomate, que confere o cheiro mais doce, o gene *LePAR* (que codifica a enzima 2-fenilcetaldeído redutase). Esse composto é comum em plantas e é um dos principais contribuintes para o perfume atrativo a insetos em rosas e outras flores. Essa rosa geneticamente modificada está sendo desenvolvida e pretende resgatar a fragrância natural das plantas modificadas. Assim como esses, outros genes de interesse estão sendo investigados e incorporados em rosas geneticamente modificadas.

Todas as modificações genéticas das rosas e em plantas em geral mostram o seu potencial de seleção no ambiente em que foram geradas/mantidas. Mesmo geneticamente idênticas, os mesmos cultivares podem se comportar de forma diferente e produzir diferenças nas características quando crescidas em ambientes diversos. Por isso, o plantio dos cultivares, para que tenham seu potencial revelado, precisa ser feito em ambientes mantidos de modo uniforme. Assim sendo, para o sucesso na produção de rosas é importante a união entre esses dois fatores, o genético e o ambiental.

Betalaínas - compostos naturais encontrados nos vacúolos das planta que podem apresentar pigmentação avermelhada e amarelada.

Flavonoides - engloba pigmentos naturais encontrados com frequência nas plantas. Os compostos pertencentes a esse grupo podem produzir coloração vermelha, violeta, branca e amarelo claro.

Antocianina delfinidina - pigmento vegetal pertencente ao grupo dos flavonoides. A delfinidina é o tipo de antocianina que produz os tons azulados presentes em diversas flores e colorações azul-avermelhada presentes em diversos frutos.

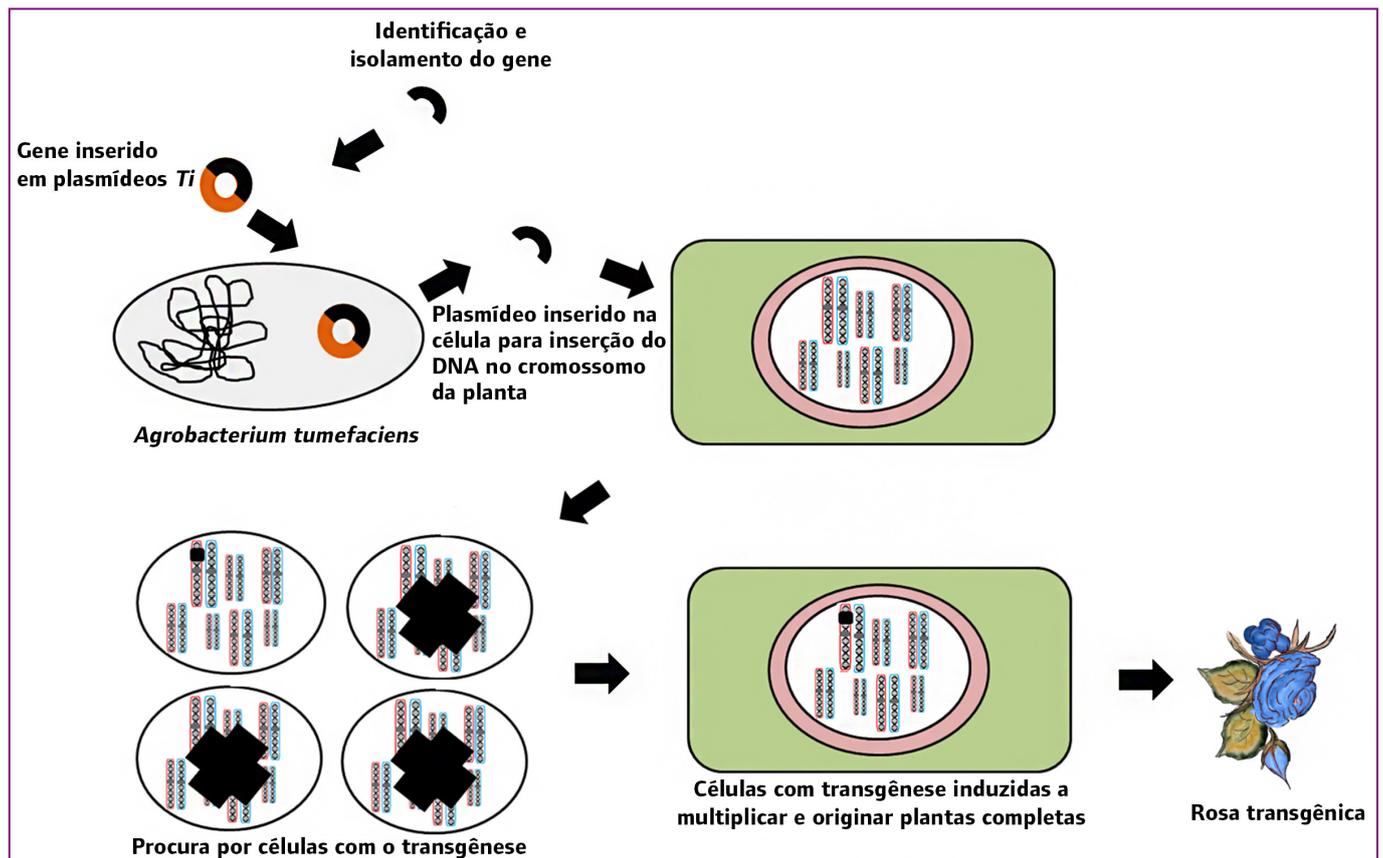


Figura 4.

Esquema simplificado da transgênese. O gene desejado, representado em preto, é inserido em moléculas do plasmídeo Ti da bactéria *Agrobacterium tumefaciens*. Esse plasmídeo tem a capacidade de ser incorporado no DNA das células da planta. É realizada uma procura por células que possuem o gene inserido e essas células são induzidas a multiplicar-se e originar plantas completas que, no caso será, a rosa transgênica.

ROSAS NO BRASIL – RELATO DA FAMÍLIA DOMHOF

A cidade de Holambra, no interior de São Paulo, é muito conhecida pelo tradicional cultivo de plantas ornamentais. Foi lá que a família Domhof, descendentes de holandeses, decidiu iniciar o cultivo de rosas. No ramo há quase 25 anos, todos os membros familiares trabalham no negócio e aprenderam na prática como melhorar a sua produção.

Segunda a família, o cultivo de rosas na região de Holambra iniciou-se com a colonização de origem holandesa. Porém, o cultivo se expandiu para regiões como Minas Gerais e Ceará, por causa das condições climáticas. O ciclo da roseira é mais curto no verão, com um maior volume de produção. No inverno,

com temperaturas mais amenas a qualidade do produto aumenta, mas a produção é menor, porém incentivada pelos produtores por causa da relação custo/benefício. Atualmente, grandes estufas (Figura 5) garantem a produção durante o ano todo.

O mercado de plantas ornamentais é muito rigoroso e garantir a qualidade é um grande desafio enfrentado pelos produtores. Características como durabilidade, cor, tamanho do botão e comprimento da haste são as mais exigidas, o que faz necessário que os cultivadores se esforcem para garantir o padrão que o mercado procura. No Brasil, as rosas estão sempre presentes nas datas comemorativas como dia das mães e dia dos namorados, sendo que o maior volume de produção correspondente às rosas vermelhas e brancas, especialmente as *Samourai* e *Avalanche*.



Figura 5.

Estufa da produção de rosas da Família Domhof, em Holambra, São Paulo.

A família Domhof aponta que há um investimento maior de pesquisas na área de melhoramento genético de rosas na Europa, o que implica em custos de importação de cultivares europeus. Ressaltam que os cultivares mais resistentes são os de campo, como a *Tineke*, e os mais suscetíveis a doenças são os mais difíceis de serem cultivadas, entre eles, *Sweet Avalanche* e *Kalinka*. O interesse da família nas pesquisas também

é voltado para a parte de controle de pragas e doenças. No entanto, a maior fonte de informações científicas sobre o cultivo de rosas são obtidas com outros produtores e vendedores de fertilizantes e defensivos agrícolas. Para melhorar a resistência das plantas, além do melhoramento genético, também é usada a **enxertia** (Figura 6), que é uma prática realizada apenas por alguns produtores.

Enxertia - técnica que consiste da união de tecidos de duas plantas geneticamente diferentes em uma única planta: o porta-enxerto (base) e o enxerto (topo). As características das flores e frutos serão as mesmas do enxerto.

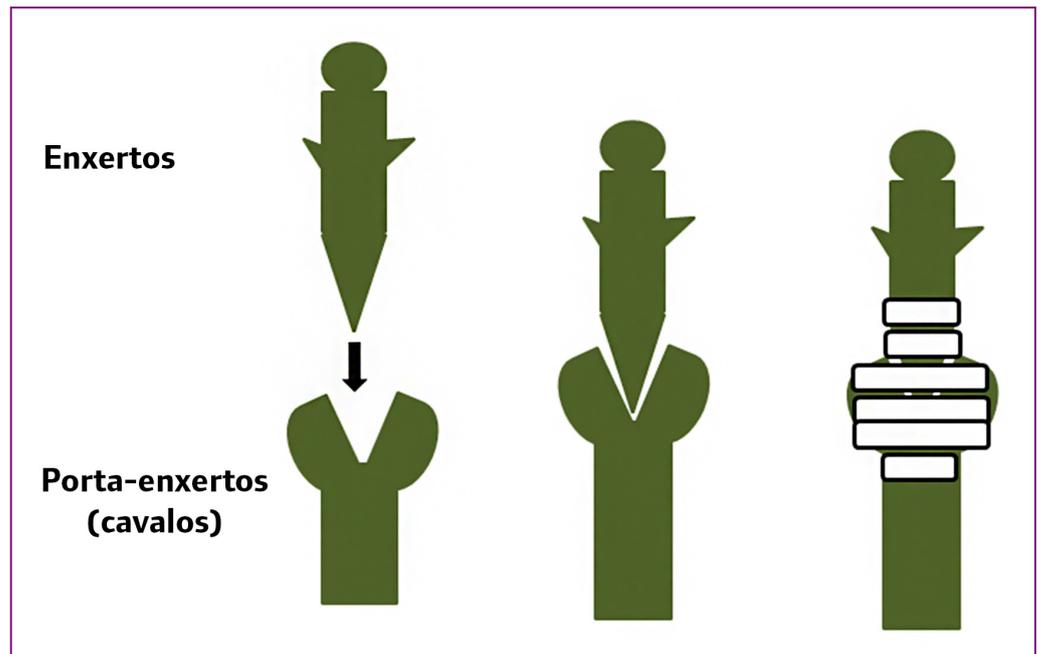


Figura 6.

Representação da Enxertia, que é a união de duas plantas geneticamente diferentes em uma única planta. Essa técnica permite a propagação assexuada de variedades de rosas por meio da união de tecidos de duas plantas diferentes. Primeiramente, obtêm-se um porta-enxerto ou cavalo, geralmente uma planta com raízes vigorosas; nele é feito um corte profundo, que será usado para receber o enxerto. O enxerto, pedaço da planta que se deseja propagar, é descamado e inserido no corte do porta-enxertos. Uma fita é usada para unir as duas partes: porta-enxerto e enxerto. Os tecidos das duas plantas irão se fundir e as rosas florescerão de acordo com a informação genética do enxerto.

AS ROSAS E O MERCADO

O melhoramento genético das rosas tem atendido as exigências do mercado e o cultivo de rosas tem trazido contribuições econômicas significativas para os produtores. As modificações genéticas nas rosas ocorridas ao longo desses anos despontam como um exemplo de como a ciência, mais especificamente a Genética, pode trazer grandes contribuições à nossa sociedade.

PARA SABER MAIS

- BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. Origem, evolução e história das rosas cultivadas. *Revista Brasileira Agrociência*, v. 11, n. 3, p. 267-271, 2005.
- GAUERI, L.; CAVALLI-MOLINA, S. Apomixia: um método alternativo para a produção de sementes em plantas. *Pesquisa Agropecuária Gaucha*, v. 6, n.1, 157-170, 2000.
- GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S. R.; LEWONTIN, R. C.; CARROL, S. B. *Introdução à Genética*. 9ª Edição. Editora Guanabara Koogan S.A. 2009
- POTERA, C. Blooming biotech. *Nature Biotechnology*, v. 25, n. 9, 964-965, 2007.
- TANAKA, Y.; BRUGLIERA, F.; Chandler, S. Recent Progress of Flower Colour Modification by Biotechnology. *International Journal of Molecular Science*, v.10, 5350-5369, 2009.

