

O professor Marcelo Dornelas, um dos autores do artigo: "Quando manipular o tamanho desses órgãos florais for possível, poderemos produzir melhores produtos agrícolas"

Pétalas da flor Arabidopsis: genoma da planta foi totalmente sequenciado há dez anos

Pesquisadores encontram elo perdido entre identidade e tamanho de plantas

Descoberta de brasileiros e holandeses abre frente nos campos científico e de agronegócios

MARIA ALICE DA CRUZ
halice@unicamp.br

Existia um elo perdido entre a identidade e o crescimento de órgãos de plantas, mas pesquisadores da Unicamp e da Universidade de Wageningen, na Holanda, descobriram que este elo chama-se MADS, um conjunto de genes controladores do tamanho dos órgãos florais das plantas. A descoberta, registrada no artigo "MADS: the missing link between identity and growth" (MADS: o elo perdido entre a identidade e o tamanho), foi capa do volume 16 da revista norte-americana *Trends in Plant Science*. O resultado traz informações importantes tanto para o desenvolvimento científico como para o setor de agronegócios. "A aplicação prática disso é que ficamos cada vez mais perto de descobrir o mecanismo pelo qual conseguiremos um dia manipular o tamanho de frutos ou de produtos vegetais em geral. Quando manipular o tamanho desses órgãos florais for possível, poderemos produzir melhores produtos agrícolas", explica o professor do Instituto de Biologia (IB) Marcelo Dornelas, um dos autores do artigo ao lado de Camila Maistro Patreze, Gerco Angenent e Richard Immink.

Por meio da descoberta deste papel dos MADS, os pesquisadores constataram que a identidade de um órgão é que determina seu tamanho.

A descoberta do mecanismo molecular pelo qual um fruto ou uma folha pode diminuir ou aumentar é importante, na opinião de Dornelas, pois quanto maior o tamanho do órgão (fruto ou folha, por exemplo) a ser consumido, maior a vantagem comercial da planta. "Consumimos diferentes partes das plantas. Por exemplo, da alface queremos as folhas, da maçã, pêra ou do tomate, precisamos do fruto. Então, conseguirmos manipular ou compreender o mecanismo pelo qual esses frutos podem aumentar ou diminuir de tamanho é um passo muito interessante", acrescenta Dornelas.

Ele enfatiza que as informações existentes até a pesquisa eram de que se alguém conseguisse manipular o tamanho de folhas, por exemplo, o fruto não viria junto, como é o caso da alface. A pesquisa põe fim ao senso comum de que é preciso ter um grande número de células para se obter um grande órgão. "O tamanho de cada parte (órgão) da planta é decidido separadamente. Não é porque a alface dá folhas enormes que as plantas e os frutos também serão grandes. Então, da mesma maneira, se você conseguisse manipular o tamanho de alguma estrutura da flor, você não conseguiria automaticamente manipular o tamanho do fruto. Porque o fruto vem de uma estrutura dessa flor", explica de forma simplificada.

Dornelas ressalta que, apesar de os experimentos terem sido feitos de forma sofisticada, é possível explicar o mecanismo em um raciocínio mais simples. O elo foi encontrado na flor *Arabidopsis*, planta com o genoma totalmente sequenciado há dez anos. Durante a investigação, na qual se pretendia entender o que determinava o tamanho das partes da planta, já que sépalas (parte verde) sempre são menores e as pétalas (parte branca ou colorida) maiores, os pesquisadores perceberam que o que controla o órgão é o gene, que determina: *isso é uma sépala, isso é uma pétala*. "Então a sépala sempre terá esse tamanho, pouco importa

onde ela foi formada. Hoje em dia, se eu quisesse pegar as folhas de uma planta e forçá-la a produzir uma sépala, ela também produziria. Mas a sépala não será do tamanho que a folha era. Ela será pequena, como é o tamanho da sépala. Qualquer sépala será sempre do mesmo tamanho. Qualquer fruto será sempre do mesmo tamanho. Se eu pegasse um pé de melancia e produzisse uma uva, esta não seria do mesmo tamanho da melancia", acrescenta Dornelas.

Ele explica que os órgãos estão organizados como se fossem anéis que se sobrepõem compondo a flor. Cada anel decide o tamanho dos órgãos de maneira separada. O anel de fora são as sépalas, no segundo, se tem as pétalas e no terceiro, os estames e no quarto as pétalas. Os menores órgãos da fase inicial da flor dão origem às pétalas, que acabam formando o maior órgão da flor. As pétalas acabam cobrindo as sépalas, que inicialmente teriam os maiores órgãos. Sendo assim, a maneira como a planta constrói cada órgão nada tem a ver com a lógica da construção de uma casa em que para se ter um edifício grande é preciso um grande alicerce. "Se analisarmos a flor bem no início do desenvolvimento, o órgão que é muito grande no início de sua formação, dá um órgão que não é tão grande no final (as sépalas). E um órgão que é muito pequeno no começo dá o maior órgão que temos na flor, a pétala", explica.

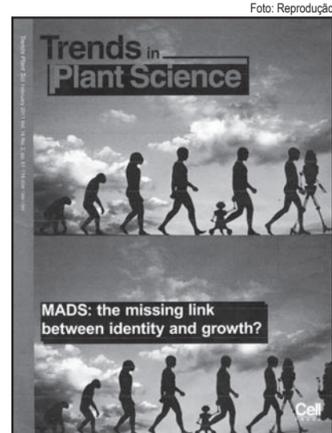
Ao fazer a manipulação da planta, trocando os genes de anéis, o resultado obtido foi apenas sépalas pequenas no lugar onde estariam as pétalas. A tentativa de manipular a expressão dos genes para trocar os órgãos de lugar não interferiu no tamanho dos órgãos. "Veja: se cada anel decide o tamanho de maneira independente, a hora que peguei uma sépala com esse tamanho e a coloquei no maior órgão que ela produz, essa sépala deveria ser maior. E se eu conseguisse trocar a folha por uma outra coisa, ela também não seria grande. Porque se realmente cada parte da folha é

decidida de maneira diferente, se eu tiver uma sépala que cresce até um ponto mas a pétala cresce mais, e eu trocar essa pétala por uma sépala, essa outra sépala deveria crescer para fora da flor mais do que a primeira. Porém, isso não acontece, ela fica até menor", explica Dornelas.

Dornelas exemplifica dizendo que a planta funciona como um painel de interruptores, onde uns ficam ligados e outros não. Esses genes que permitem que no lugar de uma pétala o pesquisador faça uma sépala, mudando a posição desses interruptores num painel. "Se eu falar para você que a receita para se produzir pétala ou outro órgão floral é o interruptor número 1 ficar *on* (ligado) e o 2, *off* (desligado) eu te descrevo um mapa para você programar esse painel para obter um órgão. Se no lugar do primeiro interruptor que deveria ser *on* você colocar *off*, ou mexer em um desses interruptores, você terá outro órgão. O que esses fatores de transcrição fazem é ligar e desligar interruptores gênicos do genoma da planta. Então, ele vai programar a planta para fazer este ou aquele órgão em lugar específico", exemplifica.

A conclusão dos pesquisadores é de que não se consegue mudar o crescimento de um órgão sem mudar sua identidade. Sequer produzir numa mesma flor sépalas do tamanho das pétalas. "É impossível, em 107 genes do tipo MADS diferentes que você pode combinar entre eles nas mais diferentes combinações, estabelecer uma quantidade de combinações gigantesca. Próxima à quantidade de combinações e formas que você tem na estrutura de plantas que você conhece", acrescenta.

O sequenciamento do genoma total realizado por outros cientistas foi importante para que o grupo formado por brasileiros e holandeses buscasse entre todos os genes de uma *Arabidopsis* aquele responsável pelo controle do tamanho dos órgãos dela. "Sabíamos que qualquer que fosse o gene controlador do tamanho dos órgãos, já estaria sequenciado. Nosso trabalho então seria ficar mexendo



Capa da revista norte-americana Trends in Plant Science: destaque para o artigo

no baú de genes até encontrar o que nos interessava", conclui Dornelas.

A descoberta deste elo perdido poderá auxiliar também pesquisas em que se estudam a variabilidade de tamanho entre as plantas durante a evolução. A variação na expressão e na combinação desses genes é que gera toda a variabilidade de tamanho, segundo o professor. "O MADS era o que faltava para estabelecer como se consegue ter das primeiras plantas que apareceram, que eram muito simples, até plantas com tamanhos e formas diferentes. Era o que faltava para explicar esse grupo de genes. Por isso o chamamos de elo perdido", declara.

A parceria entre Dornelas e pesquisadores holandeses teve início em 2007, quando o professor da Unicamp desenvolvia seu projeto de doutorado. Os pesquisadores já foram parceiros em outro artigo, que foi capa da revista *Plant Journal* em 2010. Segundo Dornelas, os holandeses pretendem renovar acordo com a Unicamp.

Publicação
Dornelas, M.C.; Patreze, C.M.; Angenent, G.C. and Immink, R.G.H. "MADS: the missing link between identity and growth?". *Trends in Plant Science*, Vol. 16, N. 2, 89-97, 2010.
Financiamento: Capes, CNPq e Fapesp