

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Localização e tráfego intracelular do peptídeo AtRALF1 e a importância da endocitose como um mecanismo regulador da sua sinalização e atividade biológica**

**Juan Carlos Guerrero Abad**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Genética e Melhoramento de Plantas

**Piracicaba  
2016**

**Juan Carlos Guerrero Abad**  
**Engenheiro Agrônomo**

**Localização e tráfego intracelular do peptídeo AtRALF1 e a importância da endocitose  
como um mecanismo regulador da sua sinalização e atividade biológica**

Orientador:  
Prof. Dr. **DANIEL SCHERER DE MOURA**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em  
Ciências. Área de concentração: Genética e  
Melhoramento de Plantas

**Piracicaba**  
**2016**

## DEDICATORIA

*De coração e infinito agradecimento  
aos meus pais, pela grande motivação  
e coragem do dia a dia.*



## AGRADECIMENTO

De forma especial ao Prof. Dr. Daniel Scherer de Moura, pela amizade, confiança, orientação, ensinamento e crescimento profissional durante esta longa jornada;

Ao Prof. Dr. Marcio de Castro Silva-Filho, pela disponibilização do seu laboratório de Genética Molecular de Plantas;

À Prof<sup>a</sup>. Dr. Helaine Carrer, pela disponibilização do seu laboratório de Genômica Funcional;

Ao Prof. Dr. Jiri Friml, pela amizade, orientação e grande ajuda durante o meu Doutorado *Sandwich* no *Institute of Science and Technology (IST-Austria)*;

À Prof<sup>a</sup>. Dr. Eva Benkova, pela amizade e disponibilização do seu laboratório no *Institute of Science and Technology (IST-Austria)*;

Ao Prof. Jianwei Pana, por ceder gentilmente o duplo mutante *clc2-1xclc3-1*;

Ao grande Antônio Amaral pela grande amizade, conselhos e assistência técnica no Laboratório de Bioquímica de Proteínas;

A CAPES (PEC-PG) pela bolsa concedida temporalmente durante o desenvolvimento do meu doutorado;

Ao Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (FONDECYT) – Perú, pela bolsa concedida temporalmente durante o meu doutorado;

A minha grande companheira Guadalupe Ximena pelo grande carinho, compreensão, apoio, amizade e amor;

Aos meus amigos (as) conquistados no *Institute of Science and Technology (IST-Austria)* Saiko Yoshida, Gergely Molnar, Maciej Adamowski, Matyas Fendrych, Alexandra Mally, Madhumita Narasimham, Tomas Prat, Yuliya Salanenka, Huibin Han, Shutang Tan, Petr

Valosek, Daniel Von Wangenheim, Andrej Hurny, Krisztina Ötvös, Juan Carlos Montesinos e Nicola Cavallari, para todos eles muito obrigado pelas discussões sobre ciência;

A comunidade peruana na Áustria Liset Chávez, Katuska, Bruno Moreno, Alcides Benavente, Betty, Marilu Rios, Diana, Angie Rios, Lily Guevara e Vanessa Sotelo pelos gratos momentos durante minha estância em Viena;

Aos meus amigos (as) conquistados durante meu doutorado na Escolha Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Flavio, Natalie Rondinel, Victor Galvez, Victor Manuel, Thony Arce, Jose Carlos, Juanchi Molina; Evangelina Miqueo, Marco Arizapana, Alejandro Venegas, Carla Sandoval, Pablo Fresia e Carlos Amaral;

Ao grande companheiro e amigo das corridas na ESALQ e competições Guilherme Hossaka;

À família Silva Ferreira pelo acolhimento desinteressado em Brasília-DF, especialmente para a senhora Marília Magdelene, José Maurício Ferreira e Geraldo Silva;

A dois grandes amigos que conheci durante esta travessia Wellington Campos, Enéas Konzen pela sinceridade e lealdade;

De especial agradecimento ao grupo de Bioquímica de Proteínas pelo companheirismo, crítica científica e grande amizade conquistada e prevenida durante quatro anos Tábata Bergonci, Keini Dressano, Akemi Niitsu, Marina Soriano, Bianca Ribeiro, Fausto Andrés “El Bárbaro”, Paulo Ceciliato, Lucas Claus e a nova equipe Aparecida Leonir, Perla Oliveira, Fernando García, Larissa Helena e Ana Carolina;

Aos grupos de genética molecular de plantas e genômica funcional Valentina de Fátima de Martin, André Barbosa, Esteban Galeano, Aline Borges, Ana Paula Jacobus, Jeferson Gross, Enio, Tânia Batista, Thais Paula, Larissa Spoladore e Karina Lopes, para todos eles muito obrigado;

Por fim a minha família María Luisa Abad, Cresencio Guerrero, María Nerida, Gladys Anamelba, Roger Arbildo e Alexander.

*“Para o espírito científico qualquer conhecimento é uma resposta a uma pergunta. Se não tem pergunta não pode ter conhecimento científico. Nada se dá tudo se constrói”*

**(G. Bachelard)**





**SUMÁRIO**

RESUMO .....	11
ABSTRACT .....	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 Peptídeos hormonais em plantas.....	17
6 CONCLUSÕES .....	21
REFERÊNCIAS .....	23



## RESUMO

### **Localização e tráfego intracelular do peptídeo AtRALF1 e a importância da endocitose como um mecanismo regulador da sua sinalização e atividade biológica**

RALF é um peptídeo hormonal de aproximadamente 5kDa presente em diferentes espécies do reino vegetal regulando negativamente a expansão celular. AtRALF1 é uma isoforma específica de raiz das 37 presentes em *Arabidopsis thaliana* que regula negativamente o crescimento de raízes seguido de uma mobilização de  $\text{Ca}^{+2}$  intracelular e inibição na secreção de prótons ( $\text{H}^+$ ). Neste trabalho foi caracterizado a localização e tráfego intracelular do peptídeo AtRALF1.

Palavras-chave: RALF; Tráfego intracelular; Endocitose; Clatrina



## ABSTRACT

### **Localization and intracellular trafficking of AtRALF1 peptide and the importance of the endocytosis as a mechanism regulator for its signaling and biological activity**

RALF is a 5kDa peptide hormone ubiquitous in different species of the plant kingdom that regulates cell expansion. AtRALF1 is a root-specific isoform of 37 present in *Arabidopsis thaliana* that negatively regulates root growth by intracellular calcium mobilization and inhibition of proton secretion ( $H^+$ ). In this work was studied the localization and intracellular trafficking of the AtRALF1 peptide.

Keywords: RALF; Intracellular traffic; Endocytosis; Clathrin



## 1 INTRODUÇÃO

Os peptídeos RALF presentes em diversas espécies do reino vegetal e recentemente encontrado em fungos (MOURA; SILVA-FILHO, 2006; MASACHIS et al., 2016), são caracterizados fisiologicamente como reguladores da expansão celular (COVEY et al., 2010; HARUTA et al., 2014; MINGOSSO et al., 2010; PEARCE et al., 2001b). Estes desencadeiam respostas como aumento de ondas de cálcio intracelular, alcalinização extracelular, ativação de MAP quinase (MAPK), indução de genes relacionados a rearranjo da parede celular e proteínas sensoras ao cálcio (CML38), inibição de crescimento de raiz, redução da densidade de raiz lateral e alongamento de pelos radiculares (ATKINSON; LILLEY; URWIN, 2013; BERGONCI et al., 2014; HARUTA et al., 2008; HARUTA et al., 2014; PEARCE et al., 2001b).

O organismo modelo *Arabidopsis thaliana* possui 37 isoformas (*AtRALF1-37*) expressas sobre diferentes tecidos, sendo alguns mais restritos que outros (BIRNBAUM et al., 2003; MORATO DO CANTO et al., 2014; SCHMID et al., 2005). O gene *AtRALF1* (*At1g02900*) que é específico de raiz e hipocótilo codifica uma proteína precursora de 120 aminoácidos responsável pela liberação por processamento enzimático e secreção do peptídeo ativo *AtRALF1* (MATOS et al., 2008). Assim como em animais, peptídeos secretados podem ser internalizados via endocitose regulando eventos de sinalização intracelular (CLAGUE, 1998).

Em plantas, embora controverso inicialmente a questões relativas à pressão de turgor, a endocitose foi reportada desempenhando um papel importante na reciclagem de proteínas de membrana, na internalização de receptores induzida por ligantes e na internalização de ligantes de característica química (BECK et al., 2012; DHONUKSHE et al., 2007; IRANI, NILOUFER G. et al., 2012; RUSSINOVA et al., 2004), não havendo evidências para internalização de peptídeos relacionados ao desenvolvimento em plantas.

Com o propósito de entender sobre a importância da secreção e tráfego dos peptídeos RALF, foi mostrado que um dos membros da família RALF em *Arabidopsis* exclusivo de raízes e hipocótilos, *AtRALF1*, é internalizado e que a internalização seria essencial para inibição do crescimento da raiz e emergência de raízes laterais, diferente do efeito da alcalinização extracelular que não depende de internalização.





## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Peptídeos hormonais em plantas

Os peptídeos hormonais em plantas são pequenas moléculas proteicas com participação importante na defesa, reprodução, divisão e alongamento celular (COVEY et al., 2010; GERMAIN et al., 2005; MATSUBAYASHI, 2014; MATSUBAYASHI; SAKAGAMI, 1996; MINGOSSI et al., 2010; RYAN; MOURA, 2002). Até o início da década de 90, hormônios vegetais eram conhecidos como pequenas moléculas orgânicas, em sua maior parte derivadas de aminoácidos, sendo considerados clássicos os hormônios auxinas, citocininas, ácido giberélico, ácido abscísico e etileno (KENDE; ZEEVAART, 1997). No entanto, Pearce et al., (1991) pela primeira vez, relataram a descoberta de uma molécula de origem proteica responsável pela ativação da resposta de defesa sistêmica a herbivoria ou ao ferimento. Esta molécula, denominada sistemina, é um peptídeo de 18 aminoácidos isolado de folhas de tomateiro que inicia uma cascata de sinalização, acarretando na síntese de ácido jasmônico e ativação de genes de defesa (RYAN; MOURA, 2002). Pequenas quantidades, fmol/planta, levam ao acúmulo de inibidores de proteinase (RYAN; PEARCE, 1998). Estes inibidores de proteinase uma vez ingeridos pelo inseto dificultam a digestão de proteínas, reduzindo o crescimento e desenvolvimento do mesmo (RYAN, 1990). Desde então uma nova área na ciência vegetal, envolvendo novas descobertas de peptídeos hormonais e suas respectivas vias de sinalização e mecanismos de ação, teve sua origem.

A disponibilidade do genoma de *Arabidopsis thaliana* em 2000, a geração de bases de dados de transcrição, ferramentas de predição gênica e uma melhora nos procedimentos de isolamento bioquímico facilitou a previsão de milhares de peptídeos hormonais em potencial (SIMON; DRESSELHAUS, 2015). Entre estes, uma nova família de oito peptídeos endógenos denominados peptídeos elicitadores de arabidopsis (AtPeps) relacionados a defesa foi descoberta. Os AtPeps são derivados de proteínas precursoras (PROPEP1-8) localizados e ativos em diferentes tecidos, onde atuam induzindo e amplificando o sistema imune em plantas (YAMAGUCHI et al., 2010). Os AtPeps são caracterizados como DAMPs (*Damage-associated molecular patterns*), desencadeando respostas como o aumento de ondas de cálcio intracelular, alcalinização extracelular, produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), ativação de MAP quinase (MAPK), indução de genes relacionados à defesa, inibição de crescimento de raiz e interação com outros hormônios relacionados à defesa (HUFFAKER; PEARCE; RYAN, 2006; KROL et al., 2010; RANF et al., 2011; ROSS et al., 2014). Todos os

AtPeps são percebidos por duas proteínas de membrana homólogas com domínios extracelulares ricos em leucina (LRR), AtPEPR1 e AtPEPR2. Estudos mostraram que o receptor AtPEPR1 atua como o primeiro receptor do AtPep1, um peptídeo de 23 aminoácidos derivado da porção C-terminal de uma proteína precursora de 92 aminoácidos AtPROPEP1 (HUFFAKER et al., 2006; Yamaguchi et al., 2010; Krol et al., 2010). A resolução da estrutura proteica do complexo formado pelo domínio extracelular LRR do PEPR1 com AtPep1 foi desvendada e mostra que os 10 aminoácidos da porção C-terminal do peptídeo são responsáveis pela interação com o domínio LRR (TANG et al., 2015).

Tanto a sistemina quanto os AtPeps promovem o fluxo iônico de cálcio  $Ca^{+2}$  e a interrupção do fluxo de prótons (pH). Esta última atividade de perturbação do fluxo de prótons gerou um ensaio onde a alcalinização do meio extracelular de células em suspensão é utilizada para detectar peptídeos em outras espécies (Felix and Boller, 1995; Pearce et al., 2001a). Na tentativa de descobrir homólogos de sistemina em extratos protéicos de folhas de tabaco, foi descoberto outro peptídeo que promove uma forte e rápida alcalinização do meio extracelular (Pearce et al., 2001b). Estes novos peptídeos estão relacionados com desenvolvimento e foram denominados fatores de alcalinização rápida ou simplesmente RALFs (*Rapid Alkalinization Factors*). O RALF não é o único peptídeo relacionado ao desenvolvimento que é conhecido. O CLAVATA3 (CLV3), Fitosulfoquinas (PSKs), Locus Estéril Rico em Cisteína/proteína11 (SCR/SP11), Inflorescência Deficiente em Abscisão (IDA), *Rotundifolia4-Like/Devil* (ROT 4/DVL1), Polaris (PLS), Nodulina precoce 40 (ENOD40), *Golgen* (GLV) e *Stomagen* são alguns exemplos de peptídeos hormonais também envolvidos com diferentes aspectos do desenvolvimento e crescimento vegetal (BUTENKO et al., 2003; CASSON et al., 2002; CHARON et al., 1999; FLETCHER et al., 1999; MATSUBAYASHI; SAKAGAMI, 1996; SCHOPFER; NASRALLAH; NASRALLAH, 1999; SUGANO et al., 2010; TAKAYAMA et al., 2000; WHITFORD et al., 2012).

O peptídeo CLV3 é produzido e secretado nas camadas de células epidérmicas L1 e L2 e difunde-se para a L3, tudo isto na gema apical meristemática (KONDO, 2010; SABLowski, 2007). O precursor de 96 aminoácidos sofre modificações pós-traducionais por glicosilação gerando um peptídeo ativo de 13 aminoácidos (OHYAMA et al., 2009). CLV3 ativa o complexo CLV1/CLV2 desencadeando uma via de sinalização na zona central do meristema apical regulando a especificação e diferenciação das células meristemáticas (FIERS et al., 2007). A perda de função do peptídeo CLV3 (*clv3*) resulta em um mutante

aberrante com acúmulos descontrolados de células meristemáticas na região do meristema apical. Uma vez que CLV3 ativa o complexo de receptores de CLV1/CLV2, WUSCHEL (WUS), um fator transcricional responsável pela atividade das células meristemáticas, é negativamente regulado. As plantas mutantes para WUS não apresentam expressão de CLV3, indicando que WUS regula positivamente a expressão de CLV3 e CLV3 regula negativamente WUS, mantendo uma retroalimentação regulatória necessária para manter o equilíbrio ótimo das células meristemáticas (BRAND et al., 2002; HOBE et al., 2003).



## **6 CONCLUSÕES**

O peptídeo AtRALF1 é expresso e produzido na raiz e hipocótilo;



## REFERÊNCIAS

- ABAS, L.; LUSCHNIG, C. Maximum yields of microsomal-type membranes from small amounts of plant material without requiring ultracentrifugation. **Analytical Biochemistry**, Orlando, v. 401, p. 217-227, 2010.
- AKKERMAN, M.; OVERDIJK, E.J.; SCHEL, J.H.; EMONS, A.M.; KETELAAR, T. Golgi body motility in the plant cell cortex correlates with actin cytoskeleton organization. **Plant and Cell Physiology**, Tokyo, v. 52, p. 1844-1855, 2011.
- ALONSO, J.M.; STEPANOVA, A.N.; LEISSE, T.J.; KIM, C.J.; CHEN, H.; SHINN, P.; STEVENSON, D.K.; ZIMMERMAN, J.; BARAJAS, P.; CHEUK, R.; GADRINAB, C.; HELLER, C.; JESKE, A.; KOESEMA, E.; MEYERS, C.C.; PARKER, H.; PREDNIS, L.; ANSARI, Y.; CHOY, N.; DEEN, H.; GERALT, M.; HAZARI, N.; HOM, E.; KARNES, M.; MULHOLLAND, C.; NDUBAKU, R.; SCHMIDT, I.; GUZMAN, P.; AGUILAR-HENONIN, L.; SCHMID, M.; WEIGEL, D.; CARTER, D.E.; MARCHAND, T.; RISSEEUW, E.; BROGDEN, D.; ZEKO, A.; CROSBY, W.L.; BERRY, C.C.; BERRY, C.C. Genome-wide insertional mutagenesis of *Arabidopsis thaliana*. **Science**, Washington, v. 301, p. 653-657, 2003.
- ATKINSON, N.J.; LILLEY, C.J.; URWIN, P.E. Identification of genes involved in the response of *Arabidopsis* to simultaneous biotic and abiotic stresses. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 162, p. 2028-2041, 2013.
- BACKUES, S.K.; KORASICK, D.A.; HEESE, A.; BEDNAREK, S.Y. The *Arabidopsis* dynamin-related protein2 family is essential for gametophyte development. **The Plant Cell**, Rockville, v. 22, p. 3218-3231, 2010.
- BANBURY, D.N.; OAKLEY, J.D.; SESSIONS, R.B.; BANTING, G. Tyrphostin A23 inhibits internalization of the transferrin receptor by perturbing the interaction between tyrosine motifs and the medium chain subunit of the AP-2 adaptor complex. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 278, p. 12022-12028, 2003.
- BAR, M.; AVNI, A. EHD2 inhibits ligand-induced endocytosis and signaling of the leucine-rich repeat receptor-like protein LeEix2. **The Plant Journal**, Oxford, v. 59, p. 600-611, 2009.
- BARBERON, M.; ZELAZNY, E.; ROBERT, S.; CONÉJÉRO, G.; CURIE, C.; FRIML, J.; VERT, G. Monoubiquitin-dependent endocytosis of the iron-regulated transporter 1 (IRT1) transporter controls iron uptake in plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 108, p. E450-E458, 2011.
- BASHLINE, L.; LI, S.; ANDERSON, C.T.; LEI, L.; GU, Y. The endocytosis of cellulose synthase in *Arabidopsis* is dependent on  $\mu$ 2, a clathrin-mediated endocytosis adaptor. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 163, p. 150-160, 2013.
- BECK, M.; ZHOU, J.; FAULKNER, C.; MacLEAN, D.; ROBATZEK, S. Spatio-temporal cellular dynamics of the *Arabidopsis* flagellin receptor reveal activation status-dependent endosomal sorting. **The Plant Cell**, Rockville, v. 24, p. 4205-4219, 2012.

BERGONCI, T.; RIBEIRO, B.; CECILIATO, P.H.; GUERRERO-ABAD, J.C.; SILVA-FILHO, M.C.; MOURA, D.S. *Arabidopsis thaliana* RALF1 opposes brassinosteroid effects on root cell elongation and lateral root formation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 65, p. 2219-2230, 2014.

BERGONCI, T.; SILVA-FILHO, M.C.; MOURA, D.S. Antagonistic relationship between AtRALF1 and brassinosteroid regulates cell expansion-related genes. **Plant Signaling & Behavior**, Philadelphia, v. 9, p. e976146, 2014.

BIRNBAUM, K.; SHASHA, D.E.; WANG, J.Y.; JUNQ, J.W.; LAMBERT, G.M.; GALBRAITH, D.W.; BENFEY, P.N. A gene expression map of the Arabidopsis root. **Science**, Washington, v. 302, p. 1956-1960, 2003.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, Orlando, v.72, p. 248-254, 1976.

BRAND, U.; GRÜNEWALD, M.; HOBE, M.; SIMON, R. Regulation of CLV3 expression by two homeobox genes in Arabidopsis. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 129, p. 565–575, 2002.

BUTENKO, M.A.; PATTERSON, S.E.; GRINI, P.E.; STENVIK, G.E.; AMUNDSEN, S.S.; MANDAL, A.; AALEN, R.B. Inflorescence deficient in abscission controls floral organ abscission in Arabidopsis and identifies a novel family of putative ligands in plants. **The Plant Cell**, Rockville, v.15, p. 2296-2307, 2003.

CASSON, S.A.; CHILLEY, P.M.; TOPPING, J.F.; EVANS, I.M.; SOUTER, M.A.; LINDSEY, K. The POLARIS gene of Arabidopsis encodes a predicted peptide required for correct root growth and leaf vascular patterning. **The Plant Cell**, Rockville, v.14, p. 1705-1721, 2002.

CAO, J.; SHI, F. Evolution of the RALF Gene Family in Plants: Gene Duplication and Selection Patterns. **Evolucionary Bioinformatics**, Auckland, v. 8, p. 271-192, 2012.

CHARON, C.; SOUSA, C.; CRESPI, M.; KONDOROSI, A. Alteration of enod40 expression modifies *Medicago truncatula* root nodule development induced by sinorhizobium meliloti. **The Plant Cell**, Rockville, v.11, p. 1953-1966, 1999.

CHEN, X.; IRANI, N.G.; FRIML, J. Clathrin-mediated endocytosis: the gateway into plant cells. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v.14, p. 674-682, 2011.

CHEN, Y.F.; MATSUBAYASHI, Y.; SAKAGAMI, Y. Peptide growth factor phytosulfokine- $\alpha$  contributes to the pollen population effect. **Planta**, Berlin, v. 211, p. 752–755, 2000.

CHILLEY, P.M.; CASSON, S.A.; TARKOWSKI, P.; HAWKINS, N.; WANG, KL.; HUSSEY P.J.; BEALE, M.; ECKER, J.R.; SANDBERG, G.K.; LINDSEY, K. The POLARIS peptide of Arabidopsis regulates auxin transport and root growth via effects on ethylene signaling. **The Plant Cell**. Rockville, v. 11, p. 3058-3072, 2006.



CHRISTIE, J.M. Phototropin blue-light receptors. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 58, p. 21-45, 2007.

CHO, S.K.; LARUE, C.T.; CHEVALIER, D.; WANG, H.; JINN, T.L.; ZHANG, S.; WALKER, J.C. Regulation of floral organ abscission in *Arabidopsis thaliana*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v.105, p. 15629-15634, 2008.

CLAGUE, M.J. Molecular aspects of the endocytic pathway. **The Biochemical Journal**, London, v. 336, p. 271-282, 1998.

CLOUGH, S.J.; BENT, A.F. Floral dip: a simplified method for *Agrobacterium*-mediated transformation of *Arabidopsis thaliana*. **The Plant Journal**, Oxford, v.16, p. 735-743, 1998.

COLLINGS, D.A.; GEBBIE, L.K.; HOWLES, P.A.; HURLEY, U.A.; BIRCH, R.J.; CORK, A.H.; HOCART, C.H.; ARIOLI, T.; WILLIAMSON, R.E. *Arabidopsis* dynamin-like protein DRP1A: a null mutant with widespread defects in endocytosis, cellulose synthesis, cytokinesis, and cell expansion. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.59, p. 361-376, 2008.

CONTENTO, A.L.; BASSHAM, D.C. Structure and function of endosomes in plant cells. **Journal of Cell Science**, Cambridge, v. 125, p. 3511-3518, 2012.

COVEY, P.A.; SUBBAIAH, C.C.; PARSONS, R.L.; PEARCE, G.; LAY, F.T.; ANDERSON, M.A.; RYAN, C.A.; BEDINGER, P.A. A pollen-specific RALF from tomato that regulates pollen tube elongation. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 153, p. 703-715, 2010.

DENECKE, J.; ANIENTO, F.; FRIGERIO, L.; HAWES, C.; HWANG, I.; MATHUR, J.; NEUHAUS, J.M.; ROBINSON, D.G. Secretory pathway research: the more experimental systems the better. **The Plant Cell**, Rockville, v. 24, p. 1316-1326, 2012.

DETTMER, J.; HONG-HERMESDORF, A.; STIERHOF, Y.D.; SCHUMACHER, K. Vacuolar H<sup>+</sup>-ATPase activity is required for endocytic and secretory trafficking in *Arabidopsis*. **The Plant Cell**, Rockville, v. 18, p. 715-730, 2006.

DHONUKSHE, P.; ANIENTO, F.; HWANG, I.; ROBINSON, D.G.; MRAVEC, J.; STIERHOF, Y.D.; FRIML, J. Clathrin-mediated constitutive endocytosis of PIN auxin efflux carriers in *Arabidopsis*. **Current Biology**, Cambridge, v. 17, p. 520-527, 2007.

DHONUKSHE, P.; BALUSKA, F.; SCHLICHT, M.; HLAVACKA, A.; SAMAJ, J.; FRIML, J.; GADELLA, T.W.JR. Endocytosis of cell surface material mediates cell plate formation during plant cytokinesis. **Developmental cell**, Cambridge, v. 10, p. 137-150, 2006.

DHONUKSHE, P.; TANAKA, H.; GOH, T.; EBINE, K.; MÄHÖNEN, A.P.; PRASAD, K.; BLILOU, I.; GELDNER, N.; XU, J.; UEMURA, T.; CHORY, J.; UEDA, T.; NAKANO, A.; SCHERES, B.; FRIML, J. Generation of cell polarity in plants links endocytosis, auxin distribution and cell fate decisions. **Nature**, London, v. 456, p. 962-966, 2008.

DI RUBBO, S.; IRANI, N.G.; KIM, S.Y.; XU, Z.Y.; GADEYNE, A.; DEJONGHE, W.; VANHOUTTE, I.; PERSIAU, G.; EECKHOUT, D.; SIMON, S.; SONG, K.; KLEINE-VEHN, J.; FRIML, J.; De JAEGER, G.; VAN DAMME, D.; HWANG, I.; RUSSINOVA, E. The clathrin adaptor complex AP-2 mediates endocytosis of brassinosteroid insensitive1 in Arabidopsis. **The Plant Cell**, Rockville, v. 25, p. 2986-2997, 2013.

DONNELLY, P.M.; BONETTA, D.; TSUKAYA, H.; DENGLER, R.E.; DENGLER, N.G. Cell cycling and cell enlargement in developing leaves of Arabidopsis. **Development Biology**, San Diego, v. 215, p. 407-419, 1999.

DU, Y.; TEJOS, R.; BECK, M.; HIMSCHOOT, E.; LI, H.; ROBATZEK, S.; VANNESTE, S.; FRIML, J. Salicylic acid interferes with clathrin-mediated endocytic protein trafficking. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 110, p. 7946-7951, 2013.

ESCOBAR, N.M.; HAUPT, S.; THOW, G.; BOEVINK, P.; CHAPMAN, S.; OPARKA, K. High-throughput viral expression of cDNA-green fluorescent protein fusions reveals novel subcellular addresses and identifies unique proteins that interact with plasmodesmata. **The Plant Cell**, Rockville, v. 15, p. 1507-1523, 2003.

FAN, L.; HAO, H.; XUE, Y.; ZHANG, L.; SONG, K.; DING, Z.; BOTELLA, M.A.; WANG, H.; LIN, J. Dynamic analysis of Arabidopsis AP2 sigma subunit reveals a key role in clathrin-mediated endocytosis and plant development. **Development**, Cambridge, v. 140, p. 3826-3837, 2013.

FAN, L.; LI, R.; PAN, J.; DING, Z.; LIN, J. Endocytosis and its regulation in plants. **Trends in Plant Science**, Kidlington, v. 20, p. 388-397, 2015.

FELIX, G.; BOLLER, T. Systemin induces rapid ion fluxes and ethylene biosynthesis in *Lycopersicon peruvianum* cells. **The Plant Journal**, Oxford, v. 7, p. 381-389, 1995.

FERARU, E.; PACIOREK, T.; FERARU, M.I.; ZWIEWKA, M.; De GROODT, R.; De RYCKE, R.; KLEINE-VEHN, J.; FRIML, J. The AP-3 beta adaptin mediates the biogenesis and function of lytic vacuoles in Arabidopsis. **The Plant Cell**, Rockville, v. 22, p. 2812-2824, 2010.

FORESTI, O.; DENECKE, J. Intermediate organelles of the plant secretory pathway: identity and function. **Traffic**, Oxford, v. 9, p. 1599-1612, 2008.

FLETCHER, J.C.; BRAND, U.; RUNNING, M.P.; SIMON, R.; MEYEROWITZ, E.M. Signaling of cell fate decisions by CLAVATA3 in Arabidopsis shoot meristems. **Science**, Washington, v. 283, p. 1911-1914, 1999.

FUJIMOTO, M.; ARIMURA, S.; NAKAZONO, M.; TSUTSUMI, N. Imaging of plant dynamin-related proteins and clathrin around the plasma membrane by variable incidence angle fluorescence microscopy. **Plant Biotechnology**, Oxford, v. 24, p. 449-455, 2007.

- FUJIMOTO, M.; ARIMURA, S.; UEDA, T.; TAKANASHI, H.; HAYASHI, Y.; NAKANO, A.; TSUTSUMI, N. Arabidopsis dynamin-related proteins DRP2B and DRP1A participate together in clathrin-coated vesicle formation during endocytosis. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 107, p. 6094-6099, 2010.
- GADEYNE, A.; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, C.; VANNESTE, S.; Di RUBBO, S.; ZAUBER, H.; VANNESTE, K.; Van LEENE, J.; De WINNE, N.; EECKHOUT, D.; PERSIAU, G.; Van De SLIJKE, E.; CANNOOT, B.; VERCRUYSSSE, L.; MAYERS, J.R.; ADAMOWSKI, M.; KANIA, U.; EHRLICH, M.; SCHWEIGHOFER, A.; KETELAAR, T.; MAERE, S.; BEDNAREK, S.Y.; FRIML, J.; GEVAERT, K.; WITTERS, E.; RUSSINOVA, E.; PERSSON, S.; De JAEGER, G.; Van DAMME, D. The TPLATE adaptor complex drives clathrin-mediated endocytosis in plants. **Cell**, Cambridge, v. 156, p. 691-704, 2014.
- GELDNER, N.; DÉNERVAUD-TENDON, V.; HYMAN, D.L.; MAYER, U.; STIERHOF, Y.D.; CHORY, J. Rapid, combinatorial analysis of membrane compartments in intact plants with a multicolor marker set. **The Plant Journal**, Oxford, v. 59, p. 169-178, 2009.
- GELDNER, N.; HYMAN, D.L.; WANG, X.; SCHUMACHER, K.; CHORY, J. Endosomal signaling of plant steroid receptor kinase BRI1. **Genes & Development**, New York, v. 21, p. 1598-1602, 2007.
- GELDNER, N.; ROBATZEK, S. Plant receptors go endosomal: a moving view on signal transduction. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 147, p. 1565-1574, 2008.
- GERMAIN, H.; CHEVALIER, E.; CARON, S.; MATTON, D.P. Characterization of five RALF-like genes from *Solanum chacoense* provides support for a developmental role in plants. **Planta**, Berlin, v. 220, p. 447-454, 2005.
- GIFFORD, M.L.; ROBERTSON, F.C.; SOARES, D.C.; INGRAM, G.C. ARABIDOPSIS CRINKLY4 function, internalization, and turnover are dependent on the extracellular crinkly repeat domain. **The Plant Cell**, Rockville, v. 17, p. 1154-1166, 2005.
- HANAI, H.; MATSUNO, T.; YAMAMOTO, M.; MATSUBAYASHI, Y.; KOBAYASHI, T. A secreted peptide growth factor, phyto-sulfokine, acting as a stimulatory factor of carrot somatic embryo formation. **Plant Cell Physiology**, Tokyo, v. 41, p. 27-32, 2000.
- HAO, H.; FAN, L.; CHEN, T.; LI, R.; LI, X.; HE, Q.; BOTELLA, M.A.; LIN, J. Clathrin and Membrane Microdomains Cooperatively Regulate RbohD Dynamics and Activity in Arabidopsis. **The Plant Cell**, Rockville, v. 26, p. 1729-1745, 2014.
- HARUTA, M.; CONSTABEL, C.P. Rapid alkalization factors in poplar cell cultures. Peptide isolation, cDNA cloning, and differential expression in leaves and methyl jasmonate-treated cells. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 131, p. 814-823, 2003.
- HARUTA, M.; MONSHAUSEN, G.; GILROY, S.; SUSSMAN, M.R. A cytoplasmic Ca<sup>2+</sup> functional assay for identifying and purifying endogenous cell signaling peptides in Arabidopsis seedlings: identification of AtRALF1 peptide. **Biochemistry**, Washington, v. 47, p. 6311-6321, 2008.

HARUTA, M.; SABAT, G.; STECKER, K.; MINKOFF, B.B.; SUSSMAN, M.R. A peptide hormone and its receptor protein kinase regulate plant cell expansion. **Science**, Washington, v. 343, p. 408-411, 2014.

HOBE, M.; MULLER, R.; GRUNEWALD, M.; BRAND, U.; SIMON, R.. Loss of CLE40, a protein functionally equivalent to the stem cell restricting signal CLV3, enhances root waving in Arabidopsis. **Development Genes and Evolution**, Berlin, v. 213, p. 371–381, 2003.

HOLSTEIN, S.E.H. Clathrin and plant endocytosis. **Traffic**, Oxford, v.3,p.614–620, 2002.

HONG, Z.; BEDNAREK, S.Y.; BLUMWALD, E.; HWANG, I.; JURGENS, G.; MENZEL, D.; OSTERYOUNG, K.W.; RAIKHEL, N.V.; SHINOZAKI, K.; TSUTSUMI, N.; VERMA, D.P. A unified nomenclature for Arabidopsis dynamin-related large GTPases based on homology and possible functions. **Plant Molecular Biology**, Boston, v. 53, p. 261-265, 2003.

HUFFAKER, A.; PEARCE, G.; RYAN, C.A. An endogenous peptide signal in Arabidopsis activates components of the innate immune response. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 103, p. 10098-10103, 2006.

IGASAKI, T.; AKASHI, N.; UJINO-IHARA, T.; MATSUBAYASHI, Y.; SAKAGAMI, Y.; SHINOHARA, K. Phytosulfokine stimulates somatic embryogenesis in *Cryptomeria japonica*. **The Plant Cell Physiology**, Tokyo, v. 44, p. 1412–1416, 2003.

IKEUCHI, M.; YAMAGUCHI, T.; KAZAMA, T.; ITO, T.; HORIGUCHI, G.; TSUKAYA, H. ROTUNDIFOLIA4 regulates cell proliferation along the body axis in Arabidopsis shoot. **Plant and Cell Physiology**, Tokyo, v. 1, p. 59-69, 2011.

IRANI, N.G.; DI RUBBO, S.; MYLLE, E.; VAN DEN BEGIN, J.; SCHNEIDER-PIZÓN, J.; HNÍLÍKOVÁ, J.; ŠÍŠA, M.; BUYST, D.; VILARRASA-BLASI, J.; SZATMÁRI, A.M.; VAN DAMME, D.; MISHEV, K.; CODREANU, M.C.; KOHOUT, L.; STRNAD, M.; CAÑO-DELGADO, A.I.; FRIML, J.; MADDER, A.; RUSSINOVA, E. Fluorescent castasterone reveals BRI1 signaling from the plasma membrane. **Nature Chemical Biology**, London, v. 8, p. 583-589, 2012.

IRANI, N.G.; RUSSINOVA, E. Receptor endocytosis and signaling in plants. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 12, p. 653-659, 2009.

JAILLAIS, Y.; FOBIS-LOISY, I.; MIÈGE, C.; ROLLIN, C.; GAUDE, T. AtSNX1 defines an endosome for auxin-carrier trafficking in Arabidopsis. **Nature**, London, v. 443, p. 106-109, 2006.

JEFFERSON, R.A. Assaying chimeric genes in plants: the GUS gene fusion system. **Plant Molecular Biology Reporter**, New York, v. 5, p.387–405, 1987.

JINN, T.L.; STONE, J.M.; WALKER, J.C. HAESA, an Arabidopsis leucine-rich repeat receptor kinase, controls floral organ abscission. **Genes & Development**, New York, v. 14, p. 108-117, 2000.

KANG, B.H.; BUSSE, J.S.; BEDNAREK, S.Y. Members of the Arabidopsis dynamin-like gene family, ADL1, are essential for plant cytokinesis and polarized cell growth. **The Plant Cell**, Rockville, v. 15, p. 899-913, 2003a.

KANG, B.H.; RANCOUR, D.M.; BEDNAREK, S.Y. The dynamin-like protein ADL1C is essential for plasma membrane maintenance during pollen maturation. **The Plant Journal**, Oxford, v. 35, p. 1-15, 2003b.

KARIMI, M.; INZE, D.; DEPICKER, A. GATEWAY vectors for Agrobacterium-mediated plant transformation. **Trends in Plant Science**, Kidlington, v. 7, p. 193-195, 2002.

KENDE, H.; ZEEVAART, J. The Five "Classical" Plant Hormones. **The Plant Cell**, Rockville, v. 9, p. 1197-1210, 1997.

KITAKURA, S.; VANNESTE, S.; ROBERT, S.; LÖFKE, C.; TEICHMANN, T.; TANAKA, H.; FRIML, J. Clathrin mediates endocytosis and polar distribution of PIN auxin transporters in Arabidopsis. **The Plant Cell**, Rockville, v. 23, p. 1920-1931, 2011.

KLEINE-VEHN, J.; LEITNER, J.; ZWIEWKA, M.; SAUER, M.; ABAS, L.; LUSCHNIG, C.; FRIML, J. Differential degradation of PIN2 auxin efflux carrier by retromer-dependent vacuolar targeting. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 105, p. 17812-17817, 2008.

KOBAYASHI, T.; EUN, C.; HANAI, H.; MATSUBAYASHI, Y.; SAKAGAMI, Y.; KAMADA, H. Phytosulphokine-a, a peptidyl plant growth factor, stimulates somatic embryogenesis in carrot. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 50, p. 1123-1128, 1999.

KONDO, T.; YOKOMINE, K.; NAKAGAWA, A.; SAKAGAMI, Y. Analogs of the CLV3 peptide: synthesis and structure-activity relationships focused on proline residues. **Plant & Cell Physiology**, Tokyo, v. 1, p. 30-36, 2011.

KONOPKA, C.A.; BACKUES, S.K.; BEDNAREK, S.Y. Dynamics of Arabidopsis dynamin-related protein 1C and a clathrin light chain at the plasma membrane. **The Plant Cell**, Rockville, v. 20, p. 1363-80, 2008.

KROL, E.; MENTZEL, T.; CHINCHILLA, D.; BOLLER, T.; FELIX, G.; KEMMERLING, B.; POSTEL, S.; ARENTS, M.; JEWORUTZKI, E.; AL-RASHEID, KA.; BECKER, D.; HEDRICH, R. Perception of the Arabidopsis danger signal peptide 1 involves the pattern recognition receptor AtPEPR1 and its close homologue AtPEPR2. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 285, p. 13471-13479, 2010.

LATIJNHOUWERS, M.; HAWES, C.; CARVALHO, C.; OPARKA, K.; GILLINGHAM, A.K.; BOEVINK, P. An Arabidopsis GRIP domain protein locates to the trans-Golgi and binds the small GTPase ARL1. **The Plant Journal**, Oxford, v. 44, p. 459-470, 2005.

LI, R.; LIU, P.; WAN, Y.; CHEN, T.; WANG, Q.; METTBACH, U.; BALUSKA, F.; SAMAJ, J.; FANG, X.; LUCAS, W.J.; LIN, J. A membrane microdomain-associated protein, Arabidopsis Flot1, is involved in a clathrin-independent endocytic pathway and is required for seedling development. **The Plant Cell**, Rockville, v. 24, p. 2105-2122, 2012.

LI, X.; WANG, X.; YANG, Y.; LI, R.; HE, Q.; FANG, X.; LUU, D.T.; MAUREL, C.; LIN, J. Single-molecule analysis of PIP<sub>2</sub>;1 dynamics and partitioning reveals multiple modes of Arabidopsis plasma membrane aquaporin regulation. **The Plant Cell**, Rockville, v. 23, p. 3780-3797, 2011.

MALAMY, J.E.; BENFEY, P.N. Organization and cell differentiation in lateral roots of Arabidopsis thaliana. **Development**, Cambridge, v. 124, p. 33-44, 1997.

MARHAVY, P.; VANSTRAELEN, M.; De RYBEL, B.; ZHAOJUN, D; BENNETT, M.J.; BEECKMAN, T.; BENKOVÁ, E. Auxin reflux between the endodermis and pericycle promotes lateral root initiation. **The EMBO Journal**, London, v. 32, p. 149-158, 2013.

MARHAVY, P.; DUCLERCQ, J.; WELLER, B.; FERARU, E.; BIELACH, A.; OFFRINGA, R.; FRIML, J.; SCHWECHHEIMER, C.; MURPHY, A.; BENKOVA, E. Cytokinin controls polarity of PIN1-dependent auxin transport during lateral root organogenesis. **Current Biology**, Cambridge, v. 24, p. 1031-1037, 2014

MASACHIS, S.; SEGORBE, D.; TURRÀ, D.; LEON-RUIZ, M.; FÜRST, U.; EL GHALID, M.; LEONARD, G.; LÓPEZ-BERGES, M.; RICHARDS, T.; FELIX, G.; DI PIETRO, A. A fungal pathogen secretes plant alkalizing peptides to increase infection. **Nature Microbiology**, London, v. 1, p 1-8, 2016.

MATOS, J.L.; FIORI, C.S.; SILVA-FILHO, M.C.; MOURA, D.S. A conserved dibasic site is essential for correct processing of the peptide hormone AtRALF1 in *Arabidopsis thaliana*. **FEBS Letters**, Amsterdam, v. 582, p. 3343-3347, 2008.

MATSUBAYASHI, Y. Posttranslationally modified small-peptide signals in plants. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 65, p. 385-413, 2014.

MATSUBAYASHI, Y.; SAKAGAMI, Y. Phytosulfokine, sulfated peptides that induce the proliferation of single mesophyll cells of *Asparagus officinalis* L. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 93, p. 7623-7627, 1996.

MATSUBAYASHI, Y.; OGAWA, M.; MORITA, A.; SAKAGAMI, Y. An LRR receptor kinase involved in perception of a peptide plant hormone, phytosulfokine. **Science**, Washington, v. 296, p. 1470–1472, 2002.

MATSUBAYASHI, Y.; TAKAGI, L.; OMURA, N.; MORITA, A.; SAKAGAMI, Y. The endogenous sulfated pentapeptide phytosulfokine- $\alpha$  stimulates tracheary element differentiation of isolated mesophyll cells of zinnia. **The Plant Physiology**. Lancaster, v. 120, p. 1043–1048, 1999.

MENGES, M.; MURRAY, J.A. Synchronous Arabidopsis suspension cultures for analysis of cell-cycle gene activity. **The Plant Journal**, Oxford, v. 30, p. 203-212, 2002.

MINGOSSI, F.B.; MATOS, J.L.; RIZZATO, A.P.; MEDEIROS, A.H.; FALCO, M.C.; SILVA-FILHO, M.C.; MOURA, D.S. SacRALF1, a peptide signal from the grass sugarcane (*Saccharum* spp.), is potentially involved in the regulation of tissue expansion. **Plant Molecular Biology**, Boston, v. 73, p. 271-281, 2010.

MORATO DO CANTO, A.; CECILIATO, P.H.; RIBEIRO, B.; ORTIZ MOREA, F.A.; FRANCO GARCIA, A.A.; SILVA-FILHO, M.C.; MOURA, D.S. Biological activity of nine recombinant AtRALF peptides: implications for their perception and function in *Arabidopsis*. **Plant Physiology and Biochemistry**, Amsterdam, v. 75, p. 45-54, 2014.

MOURA, D.S.; SILVA-FILHO, M.C. Plant peptide hormones, from defense to pollen self-incompatibility, cell fate and development: small peptides as signaling molecules in plants. In: SILVA, J.A.T. **Floriculture, ornamental and plant biotechnology**: advances and topical issues. London: Global Science Books, 2006. p. 203-209.

MRAVEC, J.; PETRÁŠEK, J.; LI, N.; BOEREN, S.; KARLOVA, R.; KITAKURA, S.; PAŘEZOVÁ, M.; NARAMOTO, S.; NODZYŃSKI, T.; DHONUKSHE, P.; BEDNAREK, S.Y.; ZAŽÍMALOVÁ, E.; De VRIES, S.; FRIML, J. Cell plate restricted association of DRP1A and PIN proteins is required for cell polarity establishment in *Arabidopsis*. **Current Biology**, Cambridge, v. 21, p. 1055-1060, 2011.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F.A. Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, p. 473-497, 1962.

NARITA, N.N.; MOORE, S.; HORIGUCHI, G.; KUBO, M.; DEMURA, T.; FUKUDA, H.; GOODRICH, J.; TSUKAYA, H. Overexpression of a novel small peptide ROTUNDIFOLIA4 decreases cell proliferation and alters leaf shape in *Arabidopsis thaliana*. **The Plant Journal**, Oxford, v. 38, p. 699–713, 2004.

OHYAMA, K.; SHINOHARA, H.; OGAWA-OHNISHI, M.; MATSUBAYASHI, Y. A glycopeptide regulating stem cell fate in *Arabidopsis thaliana*. **Nature Chemical Biology**, London, v. 5, p. 578–580, 2009.

OLSEN, A.N.; MUNDY, J.; SKRIVER, K. Peptomics, identification of novel cationic *Arabidopsis* peptides with conserved sequence motifs. **In Silico Biology**, Göttingen, v. 2, p. 441-451, 2002.

ORTIZ-ZAPATER, E.; SORIANO-ORTEGA, E.; MARCOTE, M.J.; ORTIZ-MASIA, D.; ANIENTO, F. Trafficking of the human transferrin receptor in plant cells: effects of tyrphostin A23 and brefeldin A. **The Plant Journal**, Oxford, v. 48, p. 757-770, 2006.

OTEGUI, M.S.; SPITZER, C. Endosomal functions in plants. **Traffic**, Oxford, v. 9, p. 1589-1598, 2008.

OWEN, D.J.; EVANS, P.R. A structural explanation for the recognition of tyrosine-based endocytotic signals. **Science**, Washington, v. 282, p. 1327-1332, 1998.

PAN, J.; FUJIOKA, S.; PENG, J.; CHEN, J.; LI, G.; CHEN, R. The E3 ubiquitin ligase SCFTIR1/AFB and membrane sterols play key roles in auxin regulation of endocytosis, recycling, and plasma membrane accumulation of the auxin efflux transporter PIN2 in *Arabidopsis thaliana*. **The Plant Cell**, Rockville, v. 21, p. 568-580, 2009.

PEARCE, G.; MOURA, D.S.; STRATMANN, J.; RYAN, C.A. Production of multiple plant hormones from a single polyprotein precursor. **Nature**, London, v. 411, p. 817-820, 2001a.

\_\_\_\_\_. RALF, a 5-kDa ubiquitous polypeptide in plants, arrests root growth and development. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 98, p. 12843-12847, 2001b.

RANF, S.; ESCHEN-LIPPOLD, L.; PECHER, P.; LEE, J.; SCHEEL, D. Interplay between calcium signalling and early signalling elements during defence responses to microbe- or damage-associated molecular patterns. **The Plant Journal**, Oxford, v. 68, p. 100-113, 2011.

RICHTER, S.; GELDNER, N.; SCHRADER, J.; WOLTERS, H.; STIERHOF, Y.D.; RIOS, G.; KONCZ, C.; ROBINSON, D.G.; JÜRGENS, G. Functional diversification of closely related ARF-GEFs in protein secretion and recycling. **Nature**, London, v. 448, p. 488-492, 2007.

ROBATZEK, S.; CHINCHILLA, D.; BOLLER, T. Ligand-induced endocytosis of the pattern recognition receptor FLS2 in Arabidopsis. **Genes & Development**, New York, v. 20, p. 537-542, 2006.

ROBERT, S.; CHARY, S.N.; DRAKAKAKI, G.; LI, S.; YANG, Z.; RAIKHEL, N.V.; HICKS, G.R. Endosidin1 defines a compartment involved in endocytosis of the brassinosteroid receptor BRI1 and the auxin transporters PIN2 and AUX1. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 105, p. 8464-8469, 2008.

ROBINSON, D.G.; JIANG, L.; SCHUMACHER, K. The endosomal system of plants: charting new and familiar territories. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 147, p. 1482-1492, 2008.

ROSS, A.; YAMADA, K.; HIRUMA, K.; YAMASHITA-YAMADA, M.; LU, X.; TAKANO, Y.; TSUDA, K.; SAIJO, Y. The Arabidopsis PEPR pathway couples local and systemic plant immunity. **The EMBO Journal**, London, v. 33, p. 62-75, 2014.

RUSSINOVA, E.; BORST, J.W.; KWAAITAAL, M.; CAÑO-DELGADO, A.; YIN, Y.; CHORY, J.; De VRIES, S.C. Heterodimerization and endocytosis of Arabidopsis brassinosteroid receptors BRI1 and AtSERK3 (BAK1). **The Plant Cell**, Rockville, v. 16, p. 3216-3229, 2004.

RYAN, C.A. Proteinase inhibitors in plants: genes for improving defenses against insects and pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 28, p. 425-449, 1990.

RYAN, C.A.; MOURA, D.S. Systemic wound signaling in plants: a new perception. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 99, p. 6519-6520, 2002.

RYAN, C.A.; PEARCE, G. SYSTEMIN: a polypeptide signal for plant defensive genes. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**, Palo Alto, v. 14, p. 1-17, 1998.

SABLOWSKI, R. Flowering and determinacy in Arabidopsis. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 58, p. 899-907, 2007.



SADOWSKI, L.; PILECKA, I.; MIACZYNSKA, M. Signaling from endosomes: location makes a difference. **Experimental Cell Research**, Orlando, v. 315, p. 1601-1609, 2009.

SANTIAGO, J.; BRANDT, B.; WILDHAGEN, M.; HOHMANN, U.; HOTHORN, L. A.; BUTENKO, M. A.; HOTHORN, M. Mechanistic insight into a peptide hormone signaling complex mediating floral organ abscission. **Elife**, Cambridge, v. 5, p e15075, 2016.

SAUER, M.; KLEINE-VEHN, J. AUXIN BINDING PROTEIN1: the outsider. **The Plant Cell**, Rockville v. 23, n. 6, p. 2033-2043, Jun 2011.

SCHMID, M.; DAVISON, T.S.; HENZ, S.R.; PAPE, U.J.; DEMAR, M.; VINGRON, M.; SCHÖLKOPF, B.; WEIGEL, D.; LOHMANN, J.U. A gene expression map of *Arabidopsis thaliana* development. **Nature Genetics**, London, v. 37, p. 501-506, 2005.

SCHOPFER, C.R.; NASRALLAH, M.E.; NASRALLAH, J.B. The male determinant of self-incompatibility in Brassica. **Science**, Washington, v. 286, p. 1697-1700, 1999.

SHANER, N.C.; CAMPBELL, R.E.; STEINBACH, P.A.; GIEPMANS, B.N.; PALMER, A.E.; TSIEN, R.Y. Improved monomeric red, orange and yellow fluorescent proteins derived from *Discosoma* sp. red fluorescent protein. **Nature Biotechnology**, London, v. 22, p. 1567-1572, 2004.

SIMON, R.; DRESSELHAUS, T. Peptides take centre stage in plant signalling. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 66, p 5135-5138, 2015.

SONG, K.; JANG, M.; KIM, S.Y.; LEE, G.; LEE, G.J.; KIM, D.H.; LEE, Y.; CHO, W.; HWANG, I. An A/ENTH domain-containing protein functions as an adaptor for clathrin-coated vesicles on the growing cell plate in *Arabidopsis* root cells. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 159, p. 1013-1025, 2012.

SORKIN, A.; GOH, L.K. Endocytosis and intracellular trafficking of ErbBs. **Experimental Cell Research**, Orlando, v. 315, p. 683-696, 2009.

SPITZER, C.; REYES, F.C.; BUONO, R.; SLIWINSKI, M.K.; HAAS, T.J.; OTEGUI, M.S. The ESCRT-related CHMP1A and B proteins mediate multivesicular body sorting of auxin carriers in *Arabidopsis* and are required for plant development. **The Plant Cell**, Rockville, v. 21, p. 749-766, 2009.

SRIVASTAVA, R.; LIU, J.X.; GUO, H.; YIN, Y.; HOWELL, S.H. Regulation and processing of a plant peptide hormone, AtRALF23, in *Arabidopsis*. **The Plant Journal**, Oxford, v. 59, p. 930-939, 2009.

STAEHELIN, L.A.; DRIOUICH, A. Brefeldin A Effects in Plants (Are Different Golgi Responses Caused by Different Sites of Action?). **Plant Physiology**, Lancaster, v. 114, p. 401-403, 1997.

STEEL, R.G.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**, 3rd ed. New York: McGraw-Hill Companies, 1996. 672p.

STENVIK, G.E.; BUTENKO, M.A.; URBANOWICZ, B.R.; ROSE, J.K.; AALEN, R.B. Overexpression of INFLORESCENCE DEFICIENT IN ABSCISSION activates cell separation in vestigial abscission zones in Arabidopsis. **The Plant Cell**, Rockville, v. 18, p. 1467-1476, 2006.

STENVIK, G.E.; TANDSTAD, N.M.; GUO, Y.; SHI, C.L.; KRISTIANSSEN, W.; HOLMGREN, A.; CLARK, S.E.; AALEN, R.B.; BUTENKO, M.A. The EPIP peptide of INFLORESCENCE DEFICIENT IN ABSCISSION is sufficient to induce abscission in Arabidopsis through the receptor-like kinases HAESA and HAESA-LIKE2. **The Plant Cell**, Rockville, v. 20, p. 1805-1817, 2008.

STROMPEN, G.; DETTMER, J.; STIERHOF, Y.D.; SCHUMACHER, K.; JURGENS, G.; MAYER, U. Arabidopsis vacuolar H-ATPase subunit E isoform 1 is required for Golgi organization and vacuole function in embryogenesis. **The Plant Journal**, Oxford, v. 41, p. 125-132, 2005.

SUGANO, S.S.; SHIMADA, T.; IMAI, Y.; OKAWA, K.; TAMAI, A.; MORI, M.; HARA-NISHIMURA, I. Stomagen positively regulates stomatal density in Arabidopsis. **Nature**, London, v. 463, p. 241-244, 2010.

SUZUKI, G.; KAI N HIROSE, T.; FUKUI, K.; NISHIO, T. Genomic organization of the S locus: identification and characterization of genes in SLG/SRK region of S(9) haplotype of *Brassica campestris* (syn. rapa). **Genetics**, Austin, v. 153, p. 391-400, 1999.

TAKANO, J.; TANAKA, M.; TOYODA, A.; MIWA, K.; KASAI, K.; FUJI, K.; ONOUCHI, H.; NAITO, S.; FUJIWARA, T. Polar localization and degradation of Arabidopsis boron transporters through distinct trafficking pathways. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 107, p. 5220-5225, 2010.

TAKAYAMA, S.; SHIBA, H.; IWANO, M.; ASANO, K.; HARA, M.; CHE, F.S.; WATANABE, M.; HINATA, K.; ISOGAI, A. Isolation and characterization of pollen coat proteins of *Brassica campestris* that interact with S locus-related glycoprotein 1 involved in pollen-stigma adhesion. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 97, p. 3765-3770, 2000.

TAKAYAMA, S.; SHIBA, H.; IWANO, M.; SHIMOSATO, H.; CHE, F.S. The pollen determinant of self-incompatibility in *Brassica campestris*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 97, p. 1920-1925, 2000.

TANG, J.; HAN, Z.; SUN, Y.; ZHANG, H.; GONG, X.; CHAI, J. Structural basis for recognition of an endogenous peptide by the plant receptor kinase PEPR1. **Cell Research**, Basingstoke, v. 25, p. 110-120, 2015.

TITAPIWATANAKUN, B.; BLAKESLEE, J.J.; BANDYOPADHYAY, A.; YANG, H.; MRAVEC, J.; SAUER, M.; CHENG, Y.; ADAMEC, J.; NAGASHIMA, A.; GEISLER, M.; SAKAI, T.; FRIML, J.; PEER, W.A.; MURPHY, A.S. ABCB19/PGP19 stabilises PIN1 in membrane microdomains in Arabidopsis. **The Plant Journal**, Oxford, v. 57, p. 27-44, 2009.

VAN DAMME, D.; GADEYNE, A.; VANSTRAELEN, M.; INZÉ, D.; VAN MONTAGU, M.C.; De JAEGER, G.; RUSSINOVA, E.; GEELLEN, D. Adaptin-like protein TPLATE and clathrin recruitment during plant somatic cytokinesis occurs via two distinct pathways. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 108, p. 615-620, 2011.

VANOOSTHUYSE, V.; MIEGE, C.; DUMAS, C.; COCK, J.M. Two large *Arabidopsis thaliana* gene families are homologous to the Brassica gene superfamily that encodes pollen coat proteins and the male component of the self-incompatibility response. **Plant Molecular Biology**, Boston, v. 46, p. 17-34, 2001.

VIOTTI, C.; BUBECK, J.; STIERHOF, Y.D.; KREBS, M.; LANGHANS, M.; VAN DEN BERG, W.; VAN DONGEN, W.; RICHTER, S.; GELDNER, N.; TAKANO, J.; JÜRGENS, G.; De VRIES, S.C.; ROBINSON, D.G.; SCHUMACHER, K. Endocytic and secretory traffic in Arabidopsis merge in the trans-Golgi network/early endosome, an independent and highly dynamic organelle. **The Plant Cell**, Rockville, v. 22, p. 1344-1357, 2010.

WANG, C.; HU, T.; YAN, X.; MENG, T.; WANG, Y.; WANG, Q.; ZHANG, X.; GU, Y.; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, C.; GADEYNE, A.; LIN, J.; PERSSON, S.; VAN DAMME, D.; LI, C.; BEDNAREK, S.Y.; PAN, J. Differential Regulation of Clathrin and Its Adaptor Proteins, AP-2 and the TPLATE Complex, during Their Membrane Recruitment in Arabidopsis. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 171, p.215-229, 2016.

WANG, C.; YAN, X.; CHEN, Q.; JIANG, N.; FU, W.; MA, B.; LIU, J.; LI, C.; BEDNAREK, S.Y.; PAN, J. Clathrin light chains regulate clathrin-mediated trafficking, auxin signaling, and development in Arabidopsis. **The Plant Cell**, Rockville, v. 25, p. 499-516, 2013.

WANG, Q.; ZHAO, Y.; LUO, W.; LI, R.; HE, Q.; FANG, X.; MICHELE, R.D.; AST, C.; VON WIRÉN, N.; LIN, J. Single-particle analysis reveals shutoff control of the Arabidopsis ammonium transporter AMT1;3 by clustering and internalization. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 110, p. 13204-13209, 2013.

WEN, J.; LEASE, K.A.; WALKER, J.C. DVL: a novel class of small polypeptides: overexpression alters Arabidopsis development. **The Plant Journal**, Oxford, v. 37, p. 668-677, 2004.

WHITFORD, R.; FERNANDEZ, A.; TEJOS, R.; PÉREZ, A.C.; KLEINE-VEHN, J.; VANNESTE, S.; DROZDZECKI, A.; LEITNER, J.; ABAS, L.; AERTS, M.; HOOGEWIJS, K.; BASTER, P.; De GROODT, R.; LIN, Y.C.; STORME, V.; VAN DE PEER, Y.; BEECKMAN, T.; MADDER, A.; DEVREESE, B.; LUSCHNIG, C.; FRIML, J.; HILSON, P. GOLVEN secretory peptides regulate auxin carrier turnover during plant gravitropic responses. **Developmental Cell**, Cambridge, v. 22, p. 678-685, 2012.

WU, J.; KURTEN, E.L.; MONSHAUSEN, G.; HUMMEL, G.M.; GILROY, S.; BALDWIN, I.T. NaRALF, a peptide signal essential for the regulation of root hair tip apoplastic pH in *Nicotiana attenuata*, is required for root hair development and plant growth in native soils. **The Plant Journal**, Oxford, v. 52, p. 877-890, 2007.

YAMAGUCHI, Y.; HUFFAKER, A.; BRYAN, A.C.; TAX, F.E.; RYAN, C.A. PEPR2 is a second receptor for the Pep1 and Pep2 peptides and contributes to defense responses in *Arabidopsis*. **The Plant Cell**, Rockville, v. 22, p. 508-522, 2010.

YAMAKAWA, S.; MATSUBAYASHI, Y.; SAKAGAMI, Y.; KAMADA, H.; SATOH, S. Promotive effects of the peptidyl plant growth factor, phytosulfokine- $\alpha$ , on the growth and chlorophyll content of *Arabidopsis* seedlings under high night-time temperature conditions. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v. 63, p. 2240–2243, 1999.

YAMAKAWA, S.; SAKURAI, C.; MATSUBAYASHI, Y.; SAKAGAMI, Y.; KAMADA, H.; SATOH, S. The promotive effects of a peptidyl plant growth factor, phytosulfokine, on the formation of adventitious roots and expression of a gene for a root-specific cystatin in cucumber hypocotyls. **Journal of Plant Research**, Tokyo, v. 111, p. 453–458, 1998.

YAMAOKA, S.; SHIMONO, Y.; SHIRAKAWA, M.; FUKAO, Y.; KAWASE, T.; HATSUGAI, N.; TAMURA, K.; SHIMADA, T.; HARA-NISHIMURA, I. Identification and dynamics of *Arabidopsis* adaptor protein-2 complex and its involvement in floral organ development. **The Plant Cell**, Rockville, v. 25, p. 2958-2969, 2013.

YANG, H.; MATSUBAYASHI, Y.; NAKAMURA, K.; SAKAGAMI, Y. *Oryza sativa* PSK gene encodes a precursor of phytosulfokine- $\alpha$ , a sulfated peptide growth factor found in plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 96, p. 13560–13565, 1999.

\_\_\_\_\_. Diversity of *Arabidopsis* genes encoding precursors for phytosulfokine, a peptide growth factor. **The Plant Physiology**, Lancaster, v. 127, p. 842–851, 2001.

YEUNG, B.G.; PHAN, H.L.; PAYNE, G.S. Adaptor complex-independent clathrin function in yeast. **Molecular Biology of the Cell**, Bethesda, v. 10, p. 3643-3659, 1999.

ZHAO, Y.; YAN, A.; FEIJÓ, J.A.; FURUTANI, M.; TAKENAWA, T.; HWANG, I.; FU, Y.; YANG, Z. Phosphoinositides regulate clathrin-dependent endocytosis at the tip of pollen tubes in *Arabidopsis* and tobacco. **The Plant Cell**, Rockville, v. 22, p. 4031-4044, 2010.

ZHAO, Z.; ANDERSEN, S.U.; LJUNG, K.; DOLEZAL, K.; MIOTK, A.; SCHULTHEISS, S.J.; LOHMANN, J.U. Hormonal control of the shoot stem-cell niche. **Nature**, London, v. 465, p. 1089-1092, 2010.

ZHENG, H.; KUNST, L.; HAWES, C.; MOORE, I. A GFP-based assay reveals a role for RHD3 in transport between the endoplasmic reticulum and Golgi apparatus. **The Plant Journal**, Oxford, v. 37, p. 398-414, 2004.

ZWIEWKA, M.; FERARU, E.; MÖLLER, B.; HWANG, I.; FERARU, M.I.; KLEINE-VEHN, J.; WEJERS, D.; FRIML, J. The AP-3 adaptor complex is required for vacuolar function in Arabidopsis. **Cell Research**, Basingstoke, v. 21, p. 1711-1722, 2011.